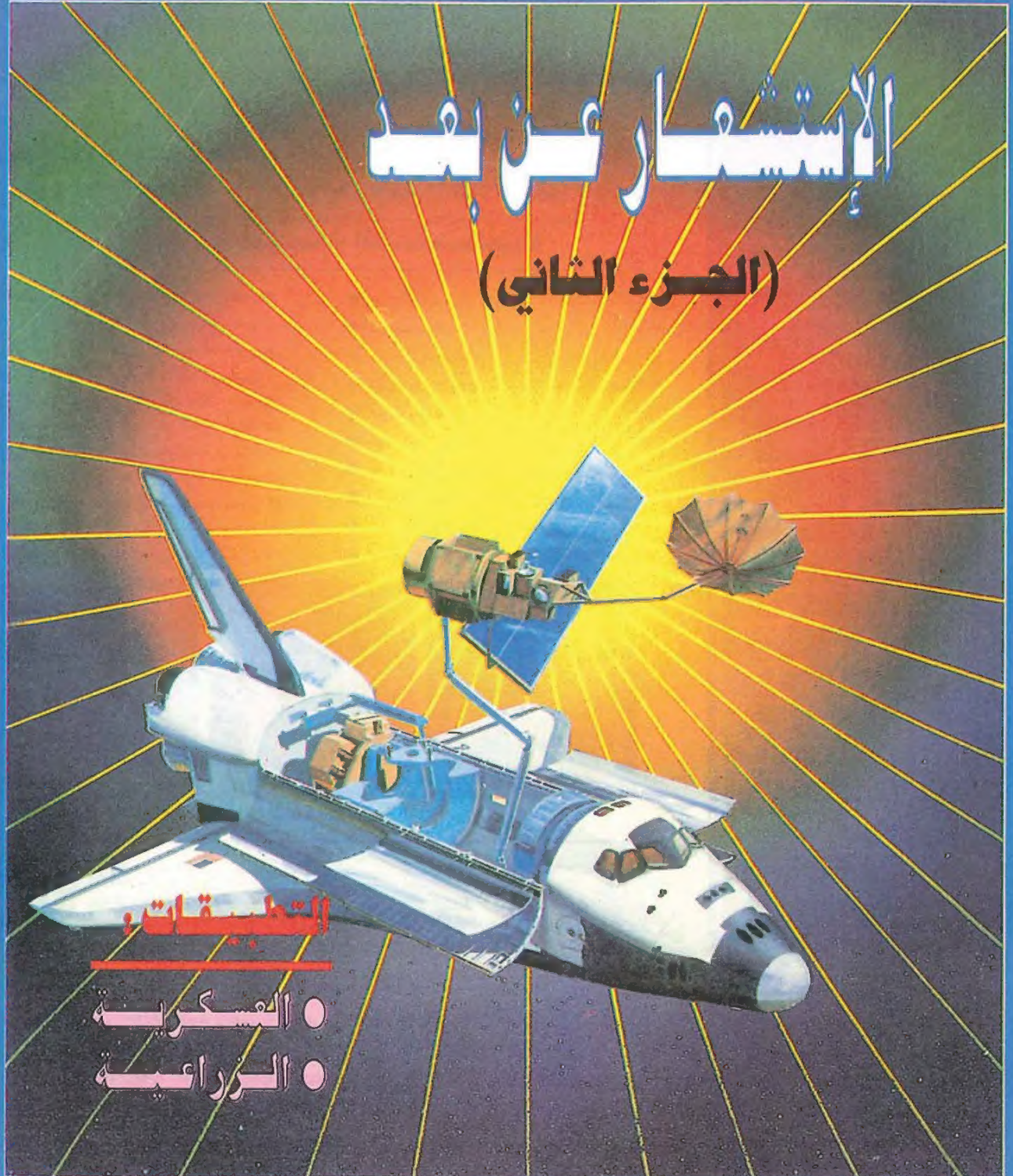




العلوم والتقنية

● مجلة علمية تصدرها مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ● السنة السابعة ● العدد السادس والعشرون ● ربيع الآخر ١٤١٤ هـ / أكتوبر ١٩٩٣ م

الاستشعار عن بعد (الجزء الثاني)



التطبيقات:

- العسكرية
- الزراعية

ISSN 1017 3056

منهاج النشر

أعزاءنا القراء :

- يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :-
- ١- يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لا يفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .
 - ٢- أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .
 - ٣- في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .
 - ٤- أن لا يقل المقال عن أربع صفحات ولا يزيد عن سبع صفحات طباعة .
 - ٥- إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .
 - ٦- إرفاق أصل الرسوم والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .
 - ٧- المقالات التي لا تقبل النشر لاتعاد لكتابها .
- يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح ما بين ٢٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

محتويات العدد

- | | |
|---------------------------------|--|
| ٣٦ ————— ● الزراعة | ٢ ————— ● المركز الكندي للإستشعار عن بعد |
| ٤١ ————— ● مصطلحات علمية | ٤ ————— ● دراسة ظاهرة معينة |
| ٤٢ ————— ● من أجل فلذات أكبادنا | ٨ ————— ● دراسة التصحر |
| ٤٣ ————— ● كتب صدرت حديثاً | ١٢ ————— ● كشف التغيرات في الغطاء الأرضي |
| ٤٤ ————— ● عرض كتاب | ١٧ ————— ● الجديد في العلوم والتقنية |
| ٤٦ ————— ● كيف تعمل الأشياء | ١٨ ————— ● التطبيقات العسكرية |
| ٤٨ ————— ● مساحة للتفكير | ٢١ ————— ● الكشف عن المعادن |
| ٥٠ ————— ● بحوث علمية | ٢٦ ————— ● الأرصاد الجوية |
| ٥١ ————— ● شريط المعلومات | ٢٩ ————— ● عالم في سطور |
| ٥٢ ————— ● مع القراء | ٣٠ ————— ● التلوث البترولي |
| | ٣٤ ————— ● دراسة المياه |



التلوث البترولي



دراسة المياه



الأرصاد الجوية

المجلات

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ - الرمز البريدي ١١٤٤٢ - الرياض

ترسل المقالات باسم رئيس التحرير : ٤٨٨٣٤٤٤ - ٤٨٨٣٥٥٥

Journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. - P.O.Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia

يمكن الاقتباس من المجلة بشرط ذكر اسمها مصدراً للمادة المقتبسة
الموضوعات المنشورة تعبر عن رأي كاتبها

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

العلوم والتقنية



المشرف العام :

د. صالح عبدالرحمن العذل

نائب المشرف العام :

د. عبدالله القدهي

رئيس التحرير :

د. عبدالله أحمد الرشيد

هيئة التحرير :

د. عبدالرحمن العبدالعالي

د. خالد السليمان

د. إبراهيم المعتاز

د. عبدالله الخليل

د. محمد فاروق أحمد

أ. محمد الطاسان

كلمة التحرير

أعزاءنا القراء

إنقضى الربع الأول من عام المجلة السابع وما نحن نستهل الربع الثاني بصدور العدد السادس والعشرين ، ونسأل الله عز وجل أن يوفقنا إلى تقديم كل ماهو مفيد وجديد في شتى ضروب المعرفة العلمية والتقنية . راجين منكم موافقتنا بآرائكم القيمة التي تعيننا - بعد الله ومشيثته - في النهوض بالمجلة إلى مايرضي طموحاتنا جميعاً .

تناولنا في العدد السابق المبادئ الأساس للإستشعار عن بعد وأوضحنا أهميته في كثير من المجالات العلمية والعملية التي وعدناكم بتناولها لاحقاً . ووفاءً بوعدنا يجيء هذا العدد متناولاً أنواعاً عديدة من التطبيقات .

يتناول هذا العدد موضوعات مثل :- دور الإستشعار عن بعد في دراسة ظاهرة معينة ، وفي كشف التغيرات واستعمالات الأرض ، وتطبيقات الإستشعار عن بعد في المجالات العسكرية ، والزراعية ، وكشف المعادن ، والتلوث البترولي ، والأرصاد الجوية ، والكشف عن المياه ، والتصحّر .

إضافة إلى ذلك فإن العدد يحتوي على الأبواب العلمية الثابتة التي في تنوعها تضيف على المجلة نوعاً من الحضور العلمي في مجالات علمية متعددة بجانب تناولها للموضوع الرئيس للعدد .

نأمل أعزاءنا القراء أن ينال هذا العدد رضاكم واستحسانكم سائلين المولى عز وجل العون في كل ما نصبو إليه .

والله من وراء القصد ، ، ،

سكرتارية التحرير :

د. يوسف حسن يوسف

د. ناصر عبدالله الرشيد

أ. محمد ناصر الناصر

أ. عطية مزهر الزهراني

الهيئة الإستشارية :

د. أحمد المتعب

د. منصور ناظر

د. عبدالعزيز عاشور

د. خالد المديني

التصميم والإخراج :

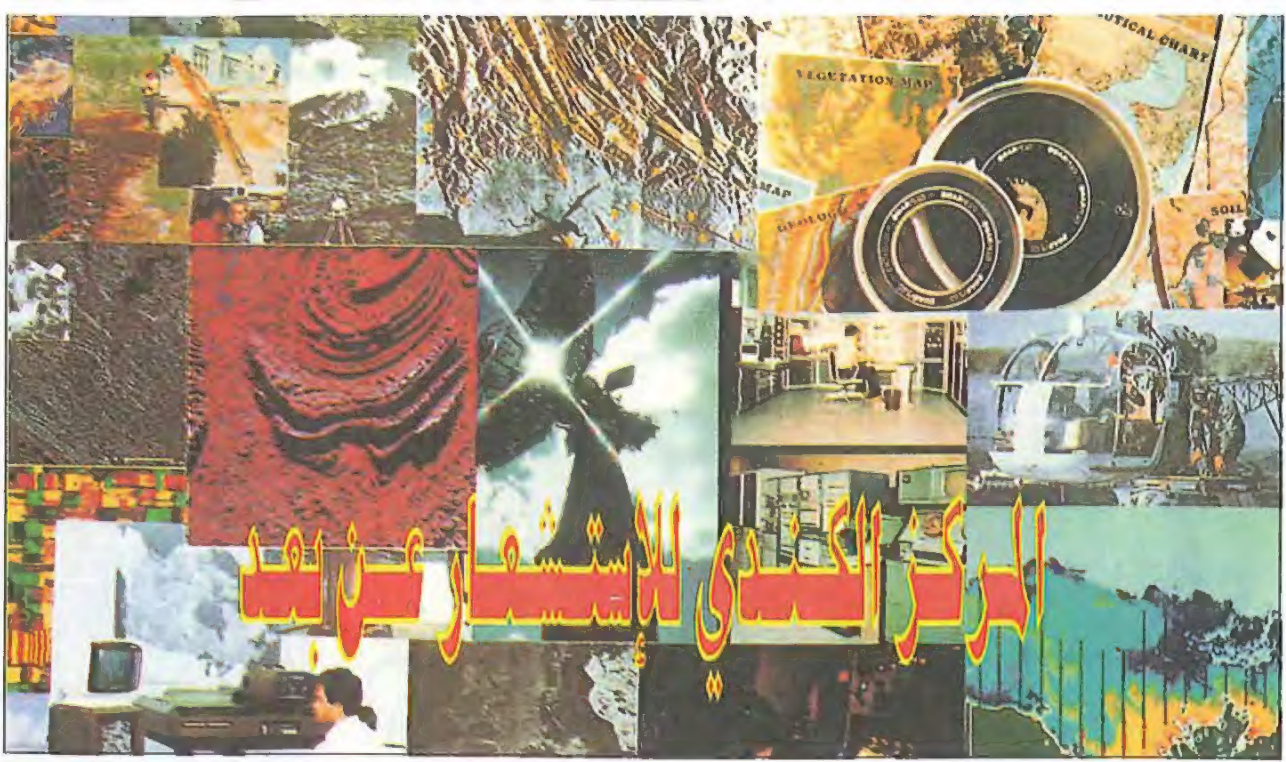
عبدالعزیز إبراهيم

طارق يوسف



العلوم والتقنية





هذا النوع من الرادار ، ومن الجدير بالذكر أن المركز سوف يطلق قريباً التابع الكندي رادارسات (RADAR- SAT) الذي يحمل لاقطاً رادارياً .

● برنامج رادارسات

يعد المركز الكندي للاستشعار عن بعد رائداً في تقنية وتطبيقات الاستشعار عن بعد الراداري حيث سيكون التابع الكندي الذي يحمل راداراً والمسمى رادارسات من أكثر توابع المراقبة الأرضية تطوراً ، فهو يحمل جهازين لاللتقاط كل مستقل عن الآخر ، كما يمكنه التحكم في زاوية أو رؤية الالتقاط ، وسيتم إطلاقه مع بداية عام ١٩٩٥م ، وسيكون رادارسات أول تابع راداري يمكنه إنتاج معلومات كثيرة في أوقات منتظمة تلبي حاجة جهات عدة (تجارية ، حكومية علمية) ، كما أنه سيكون مصدراً جديداً لمعلومات بيئية موثوقة قليلة التكلفة على مستوى العالم .

يعد رادارسات جزءاً من البرنامج الكندي للفضاء ، وهو ممول من الحكومة الكندية وبعض الشركات المحلية والعالمية ، وتقوم الحكومة الكندية بمسؤولية التصميمات اللازمة وتوحيد أجهزة النظام المختلفة إضافة إلى إدارة التشغيل والمراقبة ومعالجة المعلومات وإدارة محطات المتابعة في كل من مدينة برنس البرت ، ساسكا تشوان ، جاتينيو وكوبيك .

ساهمت جميع الولايات الكندية في تصميم وتركيب المعدات الأرضية والفضائية التابعة لرادارسات إضافة إلى مساهمة حوالي مائة من المؤسسات المحلية

الجغرافية بمختلف أشكالها التقنية ، كما يتميز برنامج المركز الكندي بأنه بسيط ويسهل تقنية الاستشعار عن بعد تبعاً لطلبات المستخدمين والمستفيدين حيث أنه حرص على إنتاج أنظمة وبرامج متطورة قليلة التكلفة لكي تمكن مستخدمي تقنية الاستشعار عن بعد من التعامل معها بسهولة .

أعمال المركز

يعمل المركز الكندي للاستشعار عن بعد في المجالات الآتية :-

● استقبال البيانات

يستقبل المركز المعلومات الخاصة بالأرض من التوابع التي تدور حول الأرض عن طريق محطتي الاستقبال (PASS,GSS) "The Prince Albert Satellite Station , Gatineau Satellite Station" . وتشمل تلك التوابع لاندسات (Landsat) الأمريكية ، سبوت (Spot) الفرنسية ، نوا (NOAA) الأمريكية ، موس -1 (Mos-1) ، التابع الأوروبي (ERS) ، وسلسلة من توابع (GOES) ، كما أن من خطط المركز المستقبلية القيام باستقبال المعلومات من التابع الياباني (JER-1) . كذلك يعمل المركز في جانب هام من الاستشعار عن بعد يتمثل في تطوير تقنية الرادار ذو الفتحة المركبة (Synthetic Aperature Radar - SAR) المحمول بوساطة الطائرات أو المركبات الفضائية من أجل الحصول على الصور ليلاً أو نهاراً وفي مختلف الظروف الجوية ، ومن المتوقع أن تحمل الأجيال القادمة من التوابع

إكتسب علم الاستشعار عن بعد أهمية كبرى لكونه أكثر السبل فعالية حتى الآن في تجميع المعلومات الحديثة عن البيئة حيث أنه يرصد تغيراتها بسرعة ودقة متناهية . وقد أصبحت التوابع الصناعية ترسل كما هائلاً من المعلومات لما يدور على ظهر الأرض للمحطات الأرضية عن طريق الحاسب الآلي ، ويتم حفظها أو استرجاعها عند الضرورة على هيئة صور .

أدى تزايد الاهتمام بالاستشعار عن بعد وتطوره عالمياً - خصوصاً من قبل الدول الصناعية - إلى قيام الحكومة الكندية بإنشاء المركز الكندي للاستشعار عن بعد (CCRS) عام ١٩٧١م ، إضافة إلى عضويتها في وكالة الفضاء الأوروبية (ESA) التي صممت القمر الصناعي الأوروبي (ERS-1) الذي تم إطلاقه في نهاية عام ١٩٨٠م .

ويعد المركز الكندي للاستشعار عن بعد أحد المراكز التابعة لموارد الطاقة والمعادن (EMR) الكندية ، ويعمل المركز مع الجهات الحكومية والشركات الخاصة والمؤسسات للارتقاء بعلم الاستشعار عن بعد عن طريق تطوير التقنية الخاصة بهذا المجال والمساعدة في توفير المعلومات للمستخدمين ، وتشمل اهتمامات المركز كذلك التوسع في استخدام نظم المعلومات

٤- صور محسنة حيث يتم معالجتها بطرق معينة لإبراز وتوضيح المعالم والأشكال الموجودة .

مجالات المركز

يعمل المركز الكندي للاستشعار عن بعد على توفير المعلومات الخاصة في المجالات المختلفة منها : - الزراعة ، الغابات ، علم الأرض ، علم البحار ، علم المياه ، إنتاج الخرائط ، متابعة تحركات الجليد ، مراقبة التغيرات البيئية .

خدمات المركز

يقوم المركز بتقديم الخدمات العلمية لعدد من الجهات المحلية الكندية والعالمية . وتشمل الجهات الكندية التي تستفيد من المركز الجامعات ، والمراكز البحثية ، والمحافظات الإقليمية ، والحكومة المركزية إضافة إلى المؤسسات الصناعية الخاصة . ويتعاون المركز في الوقت الحالي مع أكثر من مائة شركة ومركز على توفير المعلومات الخاصة بالاستشعار عن بعد بمختلف مجالاتها ، ويعمل المركز على توفير معلومات رادارات والتوابع المستقبلية في المجالات العلمية المختلفة .

أما على النطاق العالمي فيعمل المركز على تطوير الاستشعار عن بعد تقنياً وتجارياً ، وعن طريق خدماته المرجعية المعلوماتية أصبحت كندا أحد المصادر الرئيسية لمعلومات الاستشعار عن بعد ، ويوجد بالمركز أكثر من ٧٥ ألف مصنف ويمكن استرجاعها عن طريق الحاسب الآلي من أي مكان في العالم . كما يحوي أرشيف المركز أكثر من ٨٠٠٠ شريط عالي الكثافة HDT إضافة إلى صور جوية تم جمعها لمنطقة كندا لأكثر من ١٦ سنة ماضية .

● الشكل المقترح لرادارات .

الرادارية الملتقطة من الأجيال القادمة من التوابع الأرضية .

● نشاطات أخرى

تشمل أعمال المركز الأخرى النشاطات التالية :-

● التطبيقات : وتتلخص في استحداث أساليب وطرق جديدة في استخدامات الاستشعار عن بعد عن طريق المشاريع التي تطرح في المركز الكندي بالتعاون مع جهات أو مجموعات أو أفراد من خارج المركز .

● توزيع المعلومات : وتتلخص في استقبال المعلومات ومعالجتها وتوزيعها .

● معلومات بالطائرات : حيث يوجد لدى المركز طائرة خاصة مجهزة بأجهزة استشعار عن بعد بالغة التطور لخدمة الأغراض العلمية الكندية .

● البحث والتطوير : وتشمل استخدام أساليب جديدة لتحليل ومعالجة الصور الفضائية إضافة إلى تصميم واستحداث أجهزة تحسس (لواقط) وأنظمة استقبال جديدة بالتعاون مع المؤسسات والشركات في القطاع الخاص .

● خدمة العملاء : حيث يمنح المركز تسهيلات ومعلومات تقنية للمستخدمين من أفراد أو مجموعات أو هيئات أو منظمات ضمن قواعد محددة .

منتجات المركز

ينتج المركز صور الأقمار الصناعية على هيئة :-

١- صور ملونة أو صور عادية (أبيض وأسود) .

٢- صور رقمية مسجلة على أشرطة حاسب آلي مغنطة .

٣- صور مصححة جغرافياً حيث يتم استخدام تلك الصور بدمجها مع الخرائط وذلك لأغراض واستخدامات معينة .

والعالمية . أما وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) فسيكون لها دور في إطلاق التابع ووضعه في مداره نظير الاستفادة من المعلومات التي يرسلها .

سيكون العمر الافتراضي للتابع الكندي رادارات حوالي خمس سنين ، وسيتمكن الرادار المحمول عليه عن طريق الحزمة الطيفية (C) من التقاط صور في مجال ٥٠٠ كيلومتر ، وعليه يمكن لمستخدميه اختيار حزم مختلفة بعرض ٣٥ كيلومتر حتى ٥٠٠ كيلومتر بقوة تفريق (Resolution) تتراوح ما بين ١٠ أمتار إلى ١٠٠ متر ، كما يمكن لرادار سات تغطية الكرة الأرضية بمرور تسميح باستخدامات عدة ، وسيكمل التابع دورة كاملة حول الأرض كل ٢٤ يوماً ، كما أنه يغطي القطب الشمالي كل يوم وكل أجزاء كندا في ثلاثة أيام . أما المناطق الاستوائية فإن التابع يغطيها كل ستة أيام (عندما يكون عرض الحزمة للرادار ٥٠٠ كيلومتر) .

يدور التابع رادارات في مدار التزامن الشمسي وبذلك يمكن لمستخدميه مشاهدته في نفس التوقيت المحلي ، كما أن مداره يواجه أشعة الشمس دائماً وذلك يكسبه ميزة تتمثل في اعتماده على الطاقة الشمسية بدلاً من الطاقة المستنبطة من البطارية ، وهناك ميزة أخرى للتابع رادارات هي أنه يرسل بياناته للمحطات الأرضية في وقت يختلف عن أوقات إرسال التوابع الأرضية الأخرى التي ترسل في منتصف النهار .

● معالجة المعلومات

يعد المركز من الجهات العالمية الهامة في مجال معالجة المعلومات المستقبلية من التوابع الصناعية المختلفة ، ويشمل ذلك تصحيح وإنتاج وإدارة المعلومات الملتقطة من توابع الاستشعار عن بعد ، وقد أصبح المركز من الجهات المتخصصة في إنتاج ومعالجة الصور الفضائية حيث نالت طرقة القياسية في هذا المجال قبولاً عالمياً .

● تفسير الصور

يقوم المركز ببحوث في مجال دمج صور الاستشعار عن بعد مع البيانات الأخرى عن طريق الحاسب الآلي وذلك من أجل تفسير تلك الصور ، وفي المستقبل القريب سيقوم المركز بتفسير الصور



معلوماتياً واقتصادياً ، فهي كذلك كانت من جملة الأسباب التي دفعت إلى السطح مجالات بحثية متعددة ومفاهيم تقنية تطبيقية لم تكن معروفة من قبل، ومنها ما يسمى معالجة الصور الرقمية (Digital Image Processing) والتصنيف الآلي للمعلومات (Image Classification) ، وقد دمجت في هذه الدراسات النظرية التطبيقية عدة ميادين معرفية أهمها الفيزياء والرياضيات والإحصاء والتوقيع الجيوديسي ، ولا يزال البحث قائماً حتى يومنا هذا لمتابعة رفع كفاءة هذه التقنية فوق ما وصلت إليه من إبداع في عدة ميادين كثيرة منها المدنية (علم الأرض والزراعة ومراقبة البيئة) ومنها العسكرية (كالإستطلاع والتوقيع والمتابعة الميدانية).

ولم تخل مسيرة الإستشعار هذه من الطرافة ، والإثارة أحياناً حتى جعلت بعض المشهورين من العلماء ينشرون كتباً من نوع « عيون تكشف المجهول » و « الإستشعار عن بعد رؤية أفضل » وهكذا ، ونحن هنا بصدد إيضاح واقع علمي وتقني صرف بعيد عن الإثارة بهدف التعرف على أساليب « الإستخدام الأمثل لمعلومات الإستشعار عن بعد في دراسة ظاهرة ما » ، ونقصد بالإستخدام الأمثل موضوعين شبه منفصلين ، الأول كيفية جعل المعلومة ذات دلالة تعبر بصدق عن واقع الهدف المرصود ، والآخر أسلوب تبادل هذا السيل من المعلومات بأنظمة معلوماتية متطورة ومنها الأنظمة المعلوماتية الجغرافية (GIS) .

الأصول الفيزيائية

تعتمد عملية الإستشعار عن بعد اعتماداً كلياً على فرضية فيزيائية مبرهنة عملياً مفادها أن الأشعة الكهرومغناطيسية (Electromagnetic Radiation) المنعكسة عن هدف ما تحمل خواص ذلك الهدف ، هذه الفرضية بنصها المبسط تحتاج إلى توضيح . يسلط الضوء على أساليب تطوير ورفع كفاءة عملية الإستشعار عن بعد .

إن عبارة « تحمل خواص » تعني بكل بساطة أن الإشعاع المنعكس عن الهدف تتغير خواصه حسب طبيعة ونوعية ذلك الهدف ، والخاصية المتغيرة هي الطاقة



الإستشعار عن بعد ودراسة ظاهرة معينة

د . محمد عيد الأظن

زودت كل عدسة منها بمرشح خاص يسمح لتلك العدسة باستقبال شريحة محددة من الطيف ، وعندما استخدمت أجهزة المسح الإلكتروني (Scanners) كبديل عن التصوير الفوتوغرافي ، وجد أنه بسبب بدائية البحث كان قد بولغ في عدد الشرائح الطيفية (Spectral Bands) حتى بلغت أحياناً ٢٤ شريحة .

منذ أن كانت فكرة الإستشعار عن بعد تحبو على طريق التكامل ، وحتى بعد إطلاق أول قمر صناعي للإستشعار عن بعد عام ١٩٧٢م باسم ERTS (الذي حول اسمه فيما بعد إلى LANDSAT-1) والعمل قائم على قدم وساق لجعل المعلومة المستشعرة عن بعد ذات جدوى معلوماتية أعلى ، والحق يقال أن تلك المراحل البدائية في مسيرة أبحاث الإستشعار عن بعد كان لابد منها لإثراء تلك المعرفة التقنية ، وفعلاً فتحت تلك المحاولات الأولى في هذا الميدان قنوات كثيرة . فإضافة إلى أنها أوضحت مفهوم الإستشعار عن بعد كأسلوب ناجح

منذ أن ظهرت فكرة الإستشعار عن بعد كوسيلة للتعرف على طبيعة ونوعية الأهداف الأرضية دون المساس بها ، والأبحاث منصبة على الإرتقاء بأداء هذه التقنية من حسن إلى أحسن بحيث تكون المعلومة المستخلصة بهذه الأساليب أكثر موثوقية ، أي جعلها أقرب ما تكون تعريفاً بواقع الهدف الذي بحث فيه .

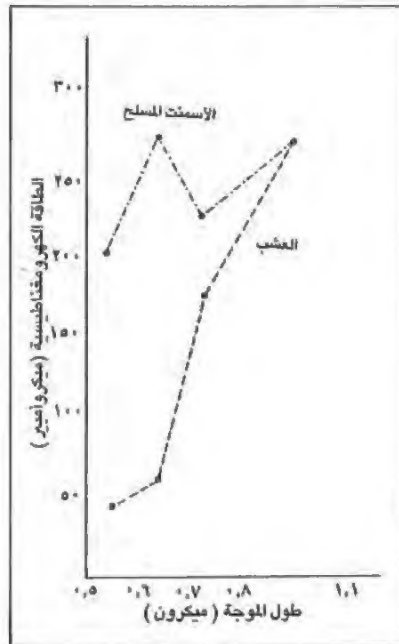
بدأت هذه الأبحاث في الستينيات أي قبل استخدام الأقمار الصناعية لأغراض جمع المعلومات عن الأرض وعندما كانت فكرة الإستشعار عن بعد مجرد تجارب أولية بأجهزة شبه بدائية (بالمقارنة مع ما هو متاح حالياً) ، إذ كانت تستخدم في ذلك الحين عدسات متعددة الأطياف ، وهي عبارة عن عدد من آلات التصوير (كاميرات) مجمعة مع بعضها لالتقاط صور أنية ، وقد

الأعلى القيم العظمى لشدة الأشعة المنعكسة في تلك الشروط ، والمنحنى الأدنى القيم الصغرى لشدة الأشعة المنعكسة في نفس الشروط . ويوضح الشكل أن التباين بين القيمتين العظمى والصغرى سببه الأخطاء العرضية الناشئة أصلاً عن تدني دقة قياس الأشعة المنعكسة والظروف المحيطة بمنطقة الدراسة الأمر الذي يستدعي استخدام منحنيات التجاوب الطيفي (الواقعية) في عمليات التصنيف الآلي كبديل عن البصمة الطيفية .

أداء عملية الإستشعار

يتمثل المبدأ الأساس لأداء عملية الإستشعار بأنه التجاوب الطيفي لهدف مجهول يقع داخل إطار التجاوب الطيفي لهدف معلوم ، فعلى سبيل المثال عندما يكون التجاوب الطيفي للتربة الزراعية معلوماً فإن أي تجاوب طيفي لهدف مجهول يقع ضمن نطاق التربة الزراعية يصنف بأنه تربة زراعية .

ولكن تبسيط الأمور إلى هذا الحد فيه الكثير من التجاوزات ، فهناك حالات كثيرة ينطبق عليها أداء عمليات الإستشعار عن بعد ببساطته المذكورة ، إلا أن حالات أكثر يلتبس فيها الأمر وتتداخل المعلومات بشكل يجعل اتخاذ القرار ليس يمثل هذه البساطة ،



● شكل (١) البصمة الطيفية لكل من العشب والأسمنت.

التغيرات الطيفية في خواص الجسم نفسه ، وهى الخواص التى تسبب التغيرات في الأشعة المنعكسة ، بمعنى أنه يمكن أن يكون هناك جسمان مختلفا الخواص ونعتقد بأنهما متطابقان لعجزنا عن التعرف على تلك الخواص بدقة . وللسيطرة على هذا الوضع والتمييز بين تغيرات الأشعة المنعكسة والتغيرات الطارئة على الهدف وضع الباحثون مفهوم البصمة الطيفية (Spectral Signature) للحالة المثالية ويوضح الشكل (١) البصمة الطيفية للعشب مقارنة مع البصمة الطيفية للأسمنت المسلح نتيجة قياسات ميدانية مباشرة أجراها الكاتب عام ١٩٧٥م ، ويظهر فيها تغير شدة الأشعة المنعكسة من شريحة طيفية إلى أخرى ومن صنف إلى آخر ، ويظهر فيه احتمال اتفاق صنفين مختلفين (العشب والأسمنت المسلح) في شدة الأشعة المنعكسة في شريحة طيفية (في هذا المثال اتفاقاً في الشريحة تحت الحمراء البعيدة) ، ولا يمكن أن تتفق جميع القيم في تجميع الشرائح الطيفية لمادتين مختلفتين ، وبالتالي تستطيع عن طريق هذه القيم العديدة أن نميز بين صنف وآخر وأن نحدد مواقع هذه الأصناف عن طريق التعرف على مواقع الرقع الأرضية التي انعكست عنها تلك الأشعة ، وهو ما نسميه بصناعة الخرائط الموضوعية (Thematic Maps) بمعنى أننا نستطيع عن طريق هذه التجربة الميدانية البسيطة أن نميز في مشهد فضائي بين الحدائق والأبنية حتى قبل أن نحول السجلات العديدة إلى صور مرئية .

كذلك وضع الباحثون مفهوم التجاوب الطيفي (Spectral Respons) للحالة العملية التي تحدد دقة عملياتنا الإستشعارية . فإذا اتبعت بعد ذلك أساليب منظمة في دراسة هذه الأشعة أمكن بالتالي استخدام معلومات الإستشعار استخداماً أمثل . ويوضح الشكل (٢) التجاوب الطيفي للشريحة اللونية الأولى التي تعرف بأنها مجموعة القيم لخمس شرائح (من أصل سبع شرائح) طيفية لمشهد الدرعية ، منطقة الجامعة وما جاورها (١٥ كم × ١٥ كم) أخذت باللاقط (TM) وذلك بعد تقسيم الهستوغرام لكل شريحة طيفية إلى ثماني شرائح لونية (نفس السلم اللوني لجميع الشرائح الطيفية) ، حيث يبين المنحنى

أي « شدة الأشعة » المنعكسة . بمعنى أنه إذا انعكس إشعاع عن قطعة من الحديد درجة حرارتها ٢٠ درجة مئوية مثلاً وانعكس إشعاع آخر مماثل للأول عن قطعة أخرى من الحديد درجة حرارتها ٣٠ درجة مئوية ، لكأن شدة الإشعاع المنعكس الأول تختلف عن شدة الإشعاع المنعكس الثاني ، وهو أمر يمكن أن نعدده من البديهييات في مثل هذا المثال ، ولكن المثال التالي أقل بداهة ، وهو أنه إذا انعكس إشعاعان متماثلان أحدهما عن قطعة من الحديد بدرجة حرارة ما والآخر عن قطعة من الخشب في نفس درجة الحرارة ، نجد أن شدة الإشعاع المنعكس عن الحديد تختلف عن شدة الإشعاع المنعكس عن الخشب ، أي أن الطاقة التي يحملها الإشعاع المنعكس تعتمد على طبيعة الهدف الفيزيائية والكيميائية ، وهذا يعني بالمقابل أننا إذا كنا نعرف كيف تتغير شدة الأشعة المنعكسة عن الأهداف أمكننا أن نتعرف على الأهداف نفسها .

وهناك حقيقة فيزيائية أخرى وهى أننا إذا أخذنا جسماً معيناً وأسقطنا عليه عدة حزم كهرومغناطيسية (ضوئية مثلاً) وكان متوسط الطول لكل حزمة يختلف عن متوسط الطول للحزمة الأخرى (كان نسقط مثلاً على الجسم ثلاث حزم ضوئية الزرقاء والخضراء والحمراء) ، نجد أن تغير شدة الأشعة المنعكس لكل حزمة تختلف عن تغير شدة الحزمة الأخرى مع أنها جميعاً انعكست عن نفس الهدف . إن تغير شدة الأشعة المنعكسة عن الجسم أمر بدهي كما بينا ، إنما الجديد هنا أن هذا التغير في شدة الإشعاع يتوقف أيضاً على طول الموجة الواردة قبل انعكاسها .

وهنا يبدو لنا الأمر وكأنه فوضى ، أشعة متباينة تختلف في انعكاساتها حسب تباين الأهداف التي انعكست عنها ، ويبدو لنا وكأن هذه التغيرات في شدة الأشعة المنعكسة ، أو حتى التي يبثها الجسم ذاتياً ، هي تغيرات عشوائية . إن هذه العشوائية واردة عملياً عندما نبحث في موضوع تحسين أداء الإستشعار عن بعد ، ولكن هذه العشوائية منضبطة أصلاً بقوانين تبين لنا أنها صفة عشوائية لا وجود لها إلا في أساليبنا نحن كبشر في الكشف عن حجم هذه التغيرات . فنحن لسنا قادرين أولاً على إجراء قياسات بالدقة لهذه التغيرات في شدة الأشعة ، وثانياً لا نتمكن من قياس

تقييم للناتج . إنها إحصائية أصلاً لأنها تعمل على التوفيق بين دلالات أعداد هائلة من القيم العددية يمثل عدد رقاع الأرض (GPAs) الممسوحة مضروباً بعدد الشرائح الطيفية (Spectral Bands) المستخدمة .

وعلى سبيل المثال فإن عدد وحدات (Pixels) مشهد واحد من مشاهد لاندسات الملتقطة بالجهاز (TM) مع استثناء الشريحة الطيفية السادسة الحرارية بسبب تدني قوة فصلها ، تزيد عن ٢٢٠ مليون وحدة تحمل كل منها عدداً يمثل شدة الأشعة المنعكسة عن تلك الرقعة ، وكلها تحتاج إلى التعرف على طبيعتها ثم تصنيفها حسب تلك المعرفة . ويوجد عادة عدد كبير من هذه الرقاع ذات دلالة واضحة لا يتطرق إليها الشك كالماء مثلاً ، ولكن تبقى الرقاع المجهولة كثيرة وكثيرة جداً ، ويمكن احصاء عدد الرقاع حسب نظرية الاحتمالات (State Conditional Probability) التي استخدمت لأول مرة عام ١٩٨٠م بواسطة ستراهلر (Strahler) الذي استعان بقاعدة بايز (Bayes Rule) لتحسين الاحتمال الأعظم (Maximum Likelihood) كما في المعادلة الآتية :-

$$Di(x) = P(x|i) \cdot P(i)$$

حيث أن :-

D تمثل عدد الوحدات (Pixels)

i تمثل الصنف (Class)

x تمثل الشرائح الطيفية (Spectral Bands)

p تمثل الاحتمال (Probability Function)

وقد أحدثت هذه العلاقة طفرة نوعية في عمليات التصنيف (Classification) باستخدام الحاسب الآلي لأنها تحسب لنا (Di) لكل صنف (Class) ، وتكون دلالة الرقعة هي أن الصنف فيها هو الذي يحمل أكبر قيمة للمقدار (Di) . وأهم من ذلك أننا إذا علمنا أن منحنيات التكرار (Distribution Function Curves) العددية للمشاهد ذات توزيع منتظم (Normal Curves) نجد أن تطبيق العلاقة يتبسط كثيراً .

في واقع الأمر تعود معظم أنظمة التصنيف (Classifiers) المستخدمة عملياً إلى القانون السابق في بحثها عن الاحتمال الأعظم لوجود الصنف ، وبذلك ارتفعت كفاءة أداء عمليات الاستشعار عن بعد إلى مراتب عالية من الدقة ولكنها لا تزال

● الوقت

لنفرض الآن أن الأرض مستوية تماماً وعامل التغير الطبوغرافي المشار إليه غير وارد ، ولنفرض أن الأرض المغطاة كذلك بغطاء نباتي واحد قد مسحت من مسارين مختلفين من مسارات القمر الصناعي مثلاً ، أي أن جانباً من الأرض قد مسح في وقت غير وقت مسح الجانب الآخر . وكما في الحالة الأولى يكون التجاوب الطيفي لكل جانب مختلفاً عن التجاوب الطيفي للجانب الآخر . فتبدو الأرض وكأنها ذات غطائين نباتيين مختلفين .

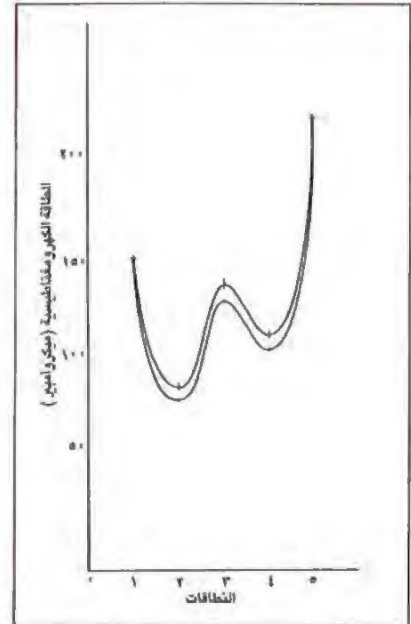
● التناثر الضوئي

يلعب التناثر الضوئي (Scattering) في جو الكرة الأرضية دوراً آخر في تضليل الباحث ذلك لأنه يؤثر على أشعة الطيف ، ولما كان تأثيره غير ثابت بالنسبة لجميع الشرائح الطيفية (إنه هو الأعظم في الطيف الأزرق ويتضاءل كلما ارتفعنا في سلم الطيف حتى ينعدم في طيف تحت الحمراء) ، فإن التجاوب الطيفي للهدف يتغير بفعل التناثر الضوئي تغيراً يكاد يكون في كثير من الأحيان طاعياً على نوعية التجاوب الطيفي ، وبالتالي فإن الحاسب يعطينا إجابات عن الهدف تختلف في الغالب اختلافاً جذرياً عن ما هي عليه حقيقة الأهداف الأرضية ، هذا إذا لم يتجاوز الحاسب تلك القطع من الأرض كلياً حسب طبيعة البرنامج .

وبناءً على العوامل المذكورة يعد الأداء متدنياً ، وقد يكون أحياناً مضللاً وخطيراً . إذا لا بد لنا من أن نبحث في وسيلة علمية تقينا تأثيرات العناصر المضللة في عمليات الاستشعار عن بعد ريثما نتوصل إلى برامج (Software) أفضل من تلك المستخدمة حالياً لأنها ما زالت تعتمد في بنيتها على الأسس البدائية لنظرية الاستشعار .

رفع كفاءة الأداء

إن عملية اتخاذ القرار المناسب للبت في طبيعة الهدف المراقب هي عملية إحصائية تحتل الخطأ والصواب ، ويكون أداء العملية مرتفعاً كلما كان احتمال الخطأ فيها متدنياً . وتتخفف كفاءة هذا الأداء مع ارتفاع احتمالات الخطأ فيه . فهي عملية إحصائية (Statistical Operation) لا بد وأن يرافقها



● شكل (٢) التجاوب الطيفي للشريحة اللونية الأولى.

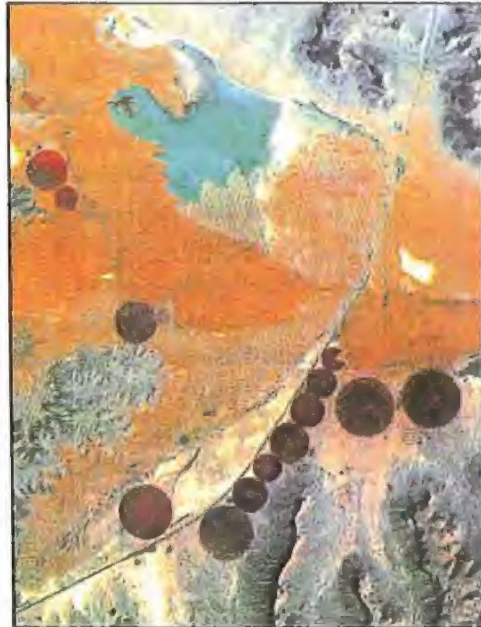
وإنما يتطلب معالجات خاصة هي في غالبها موضوع تحسين أداء هذه التقنية . ومصادر هذه الالتباسات (Ambiguities) في تحديد طبيعة الهدف هي التغير (Variability) في الظروف الجوية والطبوغرافية المحيطة بالهدف الذي نبحث عنه ، ومنها على سبيل المثال ما يلي :-

● الطبوغرافية

لنفرض أن هناك هضبة مغطاة بنوع واحد من الغطاء النباتي وليكن البرسيم مثلاً ، فحسب التعريف السابق للبصمة الطيفية ، أو التجاوب الطيفي ، يجب أن يكون لكل رقعة من الهضبة نفس البصمة كما لبقية الرقاع (Ground Patch Area- GPA) ، ولكن بسبب تغير الميل على الهضبة ، من رقعة إلى أخرى فإن ذلك الميل يجعل كمية الأشعة التي يستقبلها جهاز المسح الإلكتروني تتوقف على موقع هذه الرقعة من الهضبة ، وبالتالي فإن شدة الأشعة الملتقطة تختلف في السجلات الرقمية من رقعة إلى أخرى ، عليه تكون دلالاتها متباينة وكان الهضبة مغطاة بأنواع مختلفة من الغطاء . فإذا تذكرنا أن تأثير الشرائح الطيفية بهذا الميل غير متساو أدركنا خطورة إهمال هذا العامل في اتخاذ القرار . ولما كانت برامج الاستشعار في غالبها لا تأخذ العوامل الطبوغرافية في الحسبان أثناء تصنيف البصمات فإن ترك الأمر على علته سيُعطينا حتماً معلومات خاطئة .

ولنفرض كذلك أن نفس النظام زودك بجميع المعلومات المتعلقة بتربة تلك الدولة من حيث نوعياتها ورطوبتها وتحملها ومواقعها وهكذا ، ثم لنفرض أنك تريد أن تنتقل بألية ما من طريق اسفلتي إلى آخر ماراً بقرعة ليست ذات طريق ، إن جداول المعلومات التي يمكن أن تكون قد حصلت عليها من المكتبة لا تفيدك في هذه الحالة بشيء لأنها معلومات معزولة عن بعضها في جداولها . إنها معلومات صحيحة ودقيقة ويمكن الحصول عليها في الوقت المناسب ولكنها قاصرة ، أي لا تمكّنك من اتخاذ قرار فوري فيما يتعلق بمكان ترك الطريق المسفلت ، وما هو الاتجاه الواجب اتباعه لحظة بلحظة حتى تبلغ نقطة ما على الطريق الآخر دون إعاقة وفي أسرع وقت . فإذا كنت في حالة حرب مثلاً ولم تتخذ القرار المناسب في الوقت المناسب للخروج من الطريق فإن ذلك قد يكون مدعاة لخسارة المعركة . لذلك وجب البحث عن نظام معلوماتي بديل يتيح فرصة المقارنة الفورية بين هذه المعلومات المتاحة الأمر الذي يمكنك من اتخاذ القرار الصحيح ، ومن هذا المنطلق جاءت فكرة الأنظمة المعلوماتية الجغرافية (Geographic Information Systems - GIS).

وبإيجاز سريع فإن نظام (GIS) نظام معلوماتي أوعيته هي المواقع الجغرافية



● صورة (١) لقطة لموقع بجنوب غرب الرياض توضح المعالم المختلفة للمنطقة .

ولم نتمكن من العثور عليها تصبح معلومة عقيمة ، أي كأنها غير موجودة . وتتجلى خطورة هذا الأمر في الساعات الحرجة إذ كثيراً ما يكون للمعلومة جدوى في لحظة معينة بالذات وتندم فائدتها إذا فات أوانها . بمعنى أن المعلومة يجب أن تكون موجودة ، وأن نعلم أين هي ، وأن نتمكن من الحصول عليها في الوقت المناسب . من أجل ذلك تركز معظم مراكز البحوث في العالم على إيجاد وتطوير أنظمة معلوماتية تحقق الأهداف الثلاثة معا .

ولأخذ فكرة عن ضرورة البحث في إيجاد بديل عن الأنظمة المعلوماتية التقليدية خذ على سبيل المثال أياً من الأنظمة التي تستخدمها المكتبات ، فالمعلومات في هذه الحالة عبارة عما في الكتب والدوريات ومصادر المعلومات الأخرى المتاحة لتلك المكتبة ، أما الكتب والدوريات والمصادر الأخرى نفسها فهي مجرد أوعية لها ، يجري عادة تصنيف لهذه الأوعية حسب المواضيع ، وترتب ترتيباً أبجدياً ، كما يجري عادة تصنيف رديف هذه الأوعية ، وربما يكون أقدمها وأكثرها شيوعاً نظام (DEWEY) المعمول به حتى يومنا هذا في كثير من مكتبات العالم رغم أنه مر على وضعه أكثر من قرن من الزمان ، وهو نظام بسيط ومباشر وخال من التعقيد ، ويمكن لأي امرئ يرتاد المكتبات أن يالفه ويستخدمه الاستخدام الصحيح ، وخاصة بعد استخدام الحاسب الآلي فيها . ويلاحظ في جميع هذه الأنظمة أنها من النوع القاصر (idle) أي الذي يعطي الوعاء (الكتاب مثلاً) ولا يعطي المعلومة التي تبحث عنها . وحتى إذا طور هذا النظام وضخم بحيث يعطي المعلومة نفسها فإنه لا يمكن بواسطته مقارنة هذه المعلومة بمعلومة أخرى أو التعرف على علاقة مجموعات المعلومات بعضها ببعض ، ولإيضاح دلالة هذا القصور في الأنظمة المعلوماتية التقليدية نطرح المثال التالي :-

لنفرض مثلاً أن نظام المكتبة زودك بجميع المعلومات المتعلقة بطرقات دولة ما ، أين تبدأ وأين تنتهي وأين تمر وما هي نوعية ومواصفات كل منها وهكذا ،

احتمالية ، وعلى ذلك يكمن الإستخدام الأمثل لمعلومات الإستشعار عن بعد في دراسة ظاهرة ما في تشكيل التتابع المميزة ثم استعراض جميع رقاع الأرض الممسوحة ومقارنتها بحثاً عن أعظمها قيمة ، ويمكن استكمالاً للبحث من الإشارة إلى إمكان تعميم النظرية السابقة والعمل على إيجاد تابع مميز لكامل المشهد يعطي على الغالب تجاوباً طيفياً يميز المشهد (scene) بكامله عن مشاهد أخرى ، الأمر الذي يتيح مستقبلاً التعامل مع المشهد ككل كما هو الحال مع كل رقعة (GPA) من رقاع الأرض ، ولأزال البحث الذي يفي هذه الخطوة المتقدمة تحت الدراسة ، وقد قامت كلية الهندسة / جامعة الملك سعود ممثلة بأحد طلابها عام ١٩٩١م بمسح منطقة الجامعة في الدرعية في مساحة (١٥ × ١٥ كم) باستخدام اللاقط (TM) ، وقد أعطت الدراسة نتائج مشجعة لتعميم نظرية الشرائح اللونية "Color Bands" لمنحنيات التكرار في إيجاد بصمات المشهد كبدل عن بصمات كل صنف من المعالم الأرضية على حدة .

الأنظمة المعلوماتية

تم البحث حتى الآن في كيفية تحسين أداء الإستشعار لتكون المعلومة التي يحصل عليها ذات دلالة صحيحة عن الهدف الذي تمثله ، وهو أساس الإستخدام الأمثل للمعلومات . ولكن هذا الأساس ومهما بلغت المعلومة من الدقة والواقعية يبقى المعلومة قاصرة عن تحقيق الهدف الذي وجدت من أجله إذا لم يتم الحصول عليها عند اللزوم وباعتبارها معلومة من بين ملايين المعلومات . ولكي تكون الإستفادة منها مجدية ، فلا بد أن تكون أساليب الوصول إليها منضبطة بنظام .

ولنقر أولاً من أن تبادل المعلومات أصبح في الوقت الحاضر من أكثر المواضيع حيوية وإثارة ، ذلك لأن الحصول عليها بهذا الأسلوب المعاصر (الإستشعار عن بعد) يمدنا بسبل لا حصر له من المعلومات ، وكما أسلفنا فإنها تستخدم في كل ميدان من ميادين الهندسة ، المدنية منها والعسكرية . والحصول على هذه المعلومات يستنزف من الجهات المعنية وقتاً وجهداً وتكاليف باهظة ، فإذا أصبحت إحدى هذه المعلومات ضرورية لعملية من العمليات

تطبيقات الإستشعار عن بعد في دراسة التصحر

أ. علي وفا عبد الرحمن أبو ريشة

تزداد حدة

التصحر في العالم خاصة في المناطق

الواقعة تحت تأثير الجفاف الطبيعي والاستغلال

غير المرشد للموارد الطبيعية، مما يؤدي إلى خلل في

النظم البيئية السائدة.

ويعيش العالم حالياً مرحلة متقدمة من التدهور البيئي يتمثل

في عدم التوازن في الموارد الطبيعية مما يؤدي إلى التصحر

وتدهور الظروف الاقتصادية وبالأخص نقص الغذاء بسبب

تدني القدرة الإنتاجية للأرض الصالحة للزراعة ، ويزداد

هذا الأثر السيء في البيئات الجافة وشبه الجافة التي

تتصف بشح أو عدم توفر مياه الأمطار

بكميات تكفي لنمو النباتات .

أشكال التصحر

التصحر حسب تعريف منظمة الأمم المتحدة الذي أقرته في مؤتمراتها يعني كل أشكال التقهقر في موارد الأرض المعرضة لتأثير الجفاف الشديد ، وبالتالي تدهور النظام البيئي والحياتي للأرض وانخفاض إنتاجيتها بصورة مضطربة مما يؤدي في نهاية الأمر إلى ظروف وحالات شبيهة بالصحراء .

ويتخذ التصحر عدة أشكال ، حيث يعد أي من الظواهر التالية طرف مساو في معادلة طرفها الآخر هو التصحر ، وهي تتمثل في سوء استعمال الأراضي والموارد الطبيعية ، وعدم توزيع الأمطار والجفاف وزحف الرمال ، ثم العامل البشري السلبي وذلك على النحو التالي :-

١- تدهور الموارد الطبيعية من تربة ومياه

الجدير بالذكر أن ٩٠٪ من أراضي الوطن العربي تقع في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية ، وأنه بنهاية هذا العقد سيفقد حوالي ١٨٪ من أراضيه الصالحة للزراعة .

أدى تطور نظم المعلومات والحاسبات الآلية وظهور التقنيات الفضائية الحديثة إلى ازدياد البحث العلمي في مجال دراسة البيئة ومواردها الطبيعية ، ومع تزايد استخدام الأقمار الصناعية والتصوير الجوي وغيرها من تقنيات الاستشعار عن بعد كوسيلة بحث دقيقة اتجه الباحثون إلى تطبيق أحدث ما توصل إليه العلم في تطور آلية التقنيات لبحث ظاهرة التصحر الخطيرة ، ولعل في ذلك محاولة جادة لايجاد نظم إنذار مبكر لكشف التصحر ولبحث السبل الكفيلة بوقفه في الوقت المناسب .

لذلك المعلومات بالدرجة الأولى . فإذا كانت الطرق قد صُنفت بإحداثياتها أمكنك عرضها على شاشة الحاسب (Notebook) ، فإذا كنت ممن يستخدم النظام ميدانياً ثم عرضت على نفس الشاشة بشكل (Overlay) المعلومات المتعلقة بالتربة يظهر أمامك على الشاشة جميع أماكن العبور ، ويطلق على الأنظمة التي تأخذ التوزيع الجغرافي (Spatial data) في الحسبان اسم أماكن أنظمة معلوماتية جغرافية (GIS) ، وهي التي تمتاز عن الأنظمة المعلوماتية الأخرى بتسريع وتسهيل مقارنة العلاقات القائمة بين المعلومات ، فتحولها من معلومات قاصرة إلى معلومات حية (Active) ، ونظراً لامكان تحويل الخارطة العددية (Digital Map) إلى خارطة مرئية (على الشاشة أو على الراسمة) يصبح التعامل مع الأنظمة المعلوماتية الجغرافية جامعاً لمزايا الأنظمة الأخرى ، ويعد استخدام النظام المعلوماتي الجغرافي للتعامل مع هذه المعلومات هو الاستخدام الأمثل لها ، عليه يجب أن نضع برامج هذه الأنظمة المعلوماتية الجغرافية بأنفسنا وعدم استعارة أو استئجار أو شراء نظام وضعه غيرنا لتحقيق أغراضه هو مهما بلغت تلك الأغراض من شمولية ، لأنها تختلف - شئنا أم أبينا - عن أغراضنا ولو بنسب متفاوتة .

خلاصة القول أن الاستخدام الأمثل لمعلومات الاستشعار عن بعد في دراسة ظاهرة معينة يتطلب العمل على خطين متوازيين هما العمل على تحسين أداء عملية الاستشعار نفسها باستخدام نماذج رياضية منضبطة بتحقيقات متتالية ، واستخدام أنظمة لتبادل المعلومات من نوع الأنظمة المعلوماتية الجغرافية على أن تكون قد أعدت خصيصاً لتحقيق الأغراض التي تمت عملية الاستشعار أصلاً من أجلها، وتمثل الصورة (١) مشهداً عددياً معالجاً عن قرص (CD ROM) لإحدى لقطات (Spot) لموقع مزارع في جنوب غرب مدينة الرياض تم أخذها في برنامج من أربع مراحل بإشراف الكاتب ، حيث تظهر فيه بوضوح كل من المزارع المروية آلياً (دوائر حمراء وبنية) ، ومناطق تجمع مياه الأمطار والصرف (أزرق) ، ومناطق الرمال المتحركة (اللون الذهبي) . كما تظهر عليها التضاريس الجبلية (جبال طويق) والروافد الطبيعية (جنوب وشمال شرق المشهد) .

بعرض ٢٧٠٠ كم^٢ ، وبذلك فإن صورة واحدة منه تغطي معظم مناطق المملكة وتظهر فيها بوضوح مناطق الكتبان الرملية والمناطق المعرضة لزحف الرمال والتصحر .

وتستخدم تقنية الاستشعار عن بعد كذلك في دراسة تصنيف التربة ورسم خرائط لها وتحديد أنواعها ، وبالتالي يمكن معرفة وضعها والتغيرات التي قد تطرأ عليها والتعرف على المناطق المتعرضة للتصحر ، وذلك من منطلق أن كل نوع من التربة يعكس الأشعة الكهرومغناطيسية الواردة إليه بقدر معين - نسبة الانعكاس للأشعة الكهرومغناطيسية - ضمن طول موجة معين ، ويتأثر معامل الانعكاس بالظروف البيئية للتربة وخواصها الفيزيائية ونسبة رطوبتها ونسبة المواد العضوية وأكاسيد الحديد فيها وغيرها من المؤثرات .

كذلك تمكن تقنية الاستشعار عن بعد من دراسة المياه السطحية عن طريق تمييزها بدقة في نطاق الصور الجوية والفضائية وخاصة عند تسجيل الأشعة المنعكسة منها في مجال الأشعة تحت الحمراء ، ويمكن تحديد امتدادها ونقاؤها ومدى تلوثها وكثير من صفاتها الظاهرية ومما يجدر ذكره في هذا المجال أهمية استخدام الصور الرادارية في التعرف على أماكن وجود المياه الجوفية في المناطق الرملية نظراً لقدرة الموجات الرادارية على النفاذ إلى طبقات الأرض الرملية لمسافات تختلف حسب رطوبة التربة ونوعها وطول الموجة المستخدمة وعوامل أخرى .

تساعد تقنية الاستشعار عن بعد في دراسة عدة أشكال من التصحر وذلك على النحو التالي :-

● إنجراف التربة وتملحها

يعد فقدان التربة وإنجرافها بوساطة الهواء والماء (الفيضانات والسيول) شكلاً من أشكال التصحر ، ويمكن مراقبة هذه الظاهرة والإنذار المبكر بإمكانية حدوثها عن طريق دراسة صور الأقمار الصناعية التي يمكن بواسطتها تحديد مدى انتشار الفيضانات أو السيول المائية وتحديد

لمراقبة هذه الظاهرة والحد منها .

ويبرز هنا دور تقنيات الاستشعار عن بعد كوسيلة بحث دقيقة وسريعة ومباشرة لمشاهدة ومتابعة ظاهرة التصحر من خلال صور الأقمار الصناعية والصور الجوية حيث تنعكس ملامح التصحر على سطح الأرض بسهولة تجعل من الاستشعار عن بعد الوسيلة المثلى لدراسة مناطق واسعة من سطح الأرض مع توفر إمكانية أفضل للاستكشاف والمقارنة والتعرف على المعالم الأرضية ومتابعة تطورها وبتكاليف محدودة نسبياً.

الإستشعار عن بعد والتصحر

يعد التصحر تحول جغرافي في شكل وملامح سطح الأرض وبالتالي تغير في الخصائص الانعكاسية لسطح الأرض في منطقة معينة ، وبما أن نظم الاستشعار عن بعد متخصصة حسب أسلوب عملها التقني في مراقبة الموارد على السطح عن طريق تسجيل الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة منها ، لذلك يمكن مسح ومراقبة مختلف الظواهر ذات العلاقة بالتصحر والتحول في الخصائص الأساس وذلك بوساطة الصور الجوية والفضائية والنظم الرادارية الفعالة بدقة وسهولة . ولا يمكن الاستغناء عن الأعمال الميدانية المساعدة في تفسير المعلومات التي تظهر في الصور الفضائية .

يمكن بوساطة هذه التقنيات التعرف على الغطاء النباتي وتصنيفه بالاعتماد على المعلومات الحقلية المتوفرة عن منطقة الدراسة ، كذلك يمكن تتبع التغيرات التي تطرأ على الغطاء النباتي بفعل عوامل التصحر من حيث انتشاره وشكله ودرجة نموه ، إذ أن لكل مرحلة نمو ودرجة كثافة نباتية ونوع نباتي معين نسبة إنعكاس محددة ومميزة تختلف عن غيرها ضمن مجال طيفي معين ، حيث يتم تسجيلها بوساطة مجسات الأقمار الصناعية والتصوير الجوي والراداري . ومن الأقمار المهمة في مراقبة التصحر القمر الصناعي الأمريكي نوا (NOAA) الذي يحمل ماسحاً متطوراً عالي التمييز ويغطي المشهد المداري له مساحة أرضية

ونباتات بسبب استنزاف هذه الموارد .

٢- تملح الأراضي الصالحة للزراعة بسبب ريها بمياه مالحة أصلاً أو سوء ترشيد استعمال مياه الري المستعملة ، وعدم وجود شبكة صرف مناسبة لغسل الأملاح المتراكمة في التربة ، وعدم إجراء عمليات الصيانة لهذه الشبكة ، ويزداد تراكم الأملاح بفعل التبخر الشديد أثناء فصل الصيف ، وهذا يؤدي إلى انخفاض تدريجي في مستوى الانتاج النباتي حتى تصل الأملاح إلى الحد الذي يصعب معه نمو النباتات .

٣- تحول البحيرات إلى سبخات ملحية بسبب التبخر والسحب الزائد للمياه ومن ثم الجفاف .

٤- زحف الرمال على المناطق الزراعية أو الترب الصالحة للزراعة .

٥- تحول الأرض الزراعية إلى أرض بور غير منتجة بفعل الاستغلال السيئ لها نتيجة إستعمال مواد المكافحة (مبيدات للحشائش أو الحشرات ، أو الآفات بشكل غير سليم أو التلوث البيئي أو تحريك وكسر الطبقة السطحية للتربة .

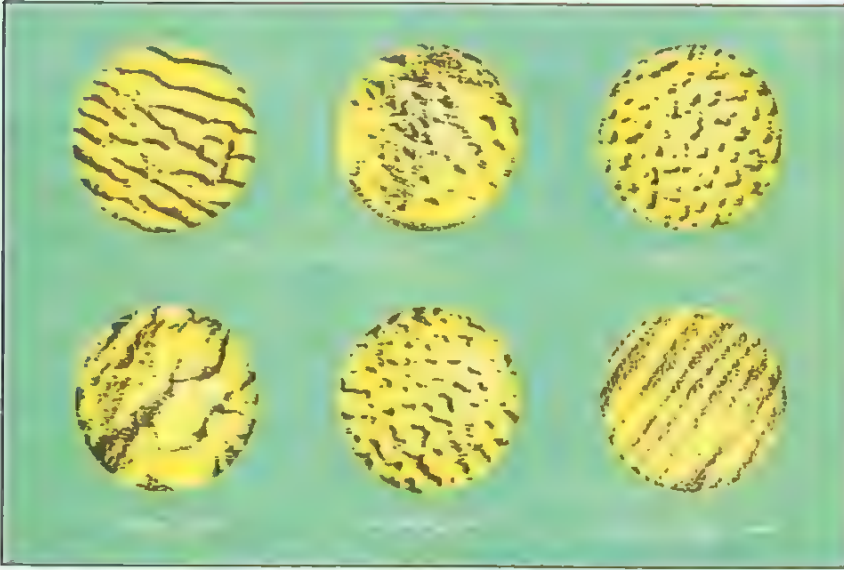
٦- قطع أشجار الغابات الطبيعية .

٧- سوء إدارة المراعي الطبيعية والتحطيب التي تتمثل في قطع جذور النباتات المعمرة والرعي الجائر وازدياد عدد المواشي مما يؤدي إلى تدهور التوازن البيئي وزوال النباتات الرعوية وتحول المساحات الخضراء إلى أراضي قاحلة ومجربة .

٨- التوسع العمراني على حساب المناطق الزراعية والغابات والواحات .

ولدرء أخطار التصحر ينبغي أن توضع الخطط اللازمة وتتضافر الجهود التي تساعد على الحد منه وذلك على النحو التالي :-

- وضع خطة إستثمارية للموارد الطبيعية .
- المحافظة على الموارد الطبيعية وحسن استغلالها .
- التوعية بأسباب التصحر وأشكاله ونتائجه .
- استخدام التقنيات الحديثة في البحث



● شكل (١) الأشكال المختلفة الكثبان الرملية كما تبدو في صور لاندسات .

أماكن مكافحة التصحر

ومن الأمور الهامة جداً أن الدلائل والمؤشرات التي تقدمها تقنيات الاستشعار عن بعد لظاهرة التصحر تعد الخطوة الأولى والأساس في إيجاد الوسائل الكفيلة بمكافحته والحد من انتشاره ومعالجة بعض القضايا ذات العلاقة به ، وعلى سبيل المثال تساعد الصور الفضائية والجوية في تحديد المواقع المثلى لإنشاء السدود للحد من خطر السيول والفيضانات ومياه الأمطار ، وتوفر هذه التقنيات أيضاً إمكان تحديد أفضل مواقع لإقامة الخطوط الدفاعية من الأحزمة الخضراء في وجه زحف الرمال على المناطق الزراعية أو الصالحة للزراعة ، وكذلك المساعدة في تحديد مواقع التشجير وإقامة المحميات الطبيعية للحد من التصحر وحماية الحياة البرية الفطرية.

أمثلة من المملكة

تبرز أهمية تطبيق أساليب الاستشعار عن بعد في دراسة التصحر ضمن ظروف المملكة البيئية في النواحي التالية :-
* أن الموقع الجغرافي للمملكة وطبيعتها البيئية وسماءها الصافية القليلة الغيوم يسمح بالحصول على صور نقية

التصحر ، وتلعب تقنيات الاستشعار عن بعد دوراً هاماً في مراقبة زحف الكثبان الرملية وذلك من الأشكال التي تأخذها في الصور ، فهي غالباً ما تكون طويلة أو عرضية . حيث تمتد الطولية منها في نفس اتجاه الرياح وتكون مميزة بجوانبها التي تنحدر انحداراً متمائلاً من الجانبين ، وتستمر الكثبان في استقامة أو تقطع أو تغير إتجاهها . أما الكثبان العرضية فتتمدد بشكل عمودي على اتجاه الرياح ويكون جانبها المواجه للرياح أقل انحداراً من الجانب المتعاكس معها ، أو يكون لون الكثبان الرملية في الصور الجوية والفضائية فاتحاً عدا جوانب سقوط الظل فتبدو كشريط غامق وشكلها سهل التمييز ، ويوضح الشكل (١) مقارنة لأشكال الكثبان الرملية المختلفة كما تبدو في الصور الفضائية .

يمكن تقدير سرعة زحف الرمال واتجاهها بدراسة صور متعاقبة خلال فترات زمنية متباعدة ، ومن ثم بيان الطرق الكفيلة بتثبيتها وتحديد مناطق التشجير ضمن المناطق المعرضة لغزوها للحد من أثرها السلبي .

ويمكن استخدام الألوان الطبيعية للصحراء التي تظهر في الصورة الفضائية للتمييز بين التكوينات المختلفة ومناطق التعرية النشطة ، ومثال على ذلك فإنه كلما أصبح اللون الأحمر في الصورة داكناً دل ذلك على قَدَم الرسوبيات .

أماكن تجمع التربة وانجرافها . كما يمكن ملاحظة الأراضي المتملحة والتعرف عليها بسهولة من الصور الفضائية بسبب نسبة إنعكاسها العالية ، ويمكن أخذ عينات من المواقع وتحليلها وتزويد وحدة المعالجة الرقمية للصور الفضائية بهذه المعلومات حتى يتم تعميمها على كامل مناطق الصورة وتحديد مساحة المناطق المتملحة بدقة.

● حرائق الغابات

يمكن مراقبة حرائق الغابات والتحذير من خطرها وامتدادها وتحولها إلى أراضي قاحلة متصحرة ، وهذا تؤمنه بسهولة صور القمر الصناعي الفرنسي سبوت (SPOT) من خلال زيارته المتكررة لنفس المنطقة من الأرض أثناء دورانه حولها وإمكانية التقاطه صورة لنفس المنطقة كل خمسة أيام ، وذلك عن طريق التصوير المائل.

● زحف الأرض القاحلة

بما أن التصحر يؤدي إلى ازدياد الرقعة الجرداء القاحلة على حساب الأراضي الزراعية الخصبة وأراضي الغابات والمراعي الطبيعية ، فإن هذا أيضاً من الأمور الممكن تحديدتها والتعرف عليها بوسائل التحسين اللوني والتصنيف واستخدام المعادلات أو الأدلة النباتية (Vegetation Indices) ومعاملات التربة مثل مؤشر إضاءة التربة (Soil Brightness Index) وغيرها من وسائل التحليل والمعالجة الرقمية لصور الأقمار الصناعية ، والتي تقوم بمسح نفس المنطقة وعلى فترات زمنية متتالية (Multitemporal) مما يساعد على إنتاج خرائط استخدامات الأراضي على فترات متعاقبة تسمح بتتبع التغيرات التي تطرأ على أنماط استخدام الأراضي وملاحظة التوسع أو انخسار المناطق الزراعية ومراقبة الزحف العمراني وانكماش الواحات وتقلص مساحة المياه السطحية ومسافة انتقال الرمال وزحفها واتجاهها .

● زحف الرمال

تعد ظاهرة زحف الرمال من الظواهر الخطيرة التي تؤدي إلى المزيد من

واستخلاص معلومات دقيقة .

* قلة المعلومات عن صحاري المملكة وتوزيع الرمال والمراعي الطبيعية فيها يجعلها مجالاً واسعاً للبحث بأسلوب متطور .

* إمكان إجراء أبحاث موسعة ودقيقة وسريعة لمناطق واسعة يغطيها عدد محدود من الصور ، إذ يكفي أخذ عينات من المناطق المتشابهة في خصائص انعكاسها الطيفي لكي يتم وضعها كمعيار إسنادي ، مما يخفف عناء الكشف والقياس الحقلية لمناطق ناشئة يصعب الوصول إليها ، كما أن ذلك يقلل عدد العاملين ويخفض التكاليف ويختصر المدة الزمنية اللازمة لتنفيذ الدراسة .

* توفر الأقمار الصناعية صوراً مكررة لنفس المنطقة خلال فترات قصيرة ، وبهذا يمكن متابعة تطور مظاهر التصحر ثم محاولة التأثير على مجراه وتوجيهه إيجابياً .

* يمكن الحصول على صور بمجالات طيفية متعددة وبتركيب مختلفة في نطاق الأشعة المرئية وتحت الحمراء والحرارية والرادارية ، مما يسهل الحصول على تفاصيل أكثر عن الغطاء النباتي وأنواع التربة وتحديد المسطحات المائية والتغيرات التي تطرأ عليها .

* تكشف الصور الفضائية بوضوح أثر

المحميات والأحزمة في الحد من التصحر وزيادة نمو الغطاء النباتي ، وتكشف كذلك تحركات الرمال على مستوى المملكة وبالتالي يمكن تحديد المناطق المعرضة للتصحر .

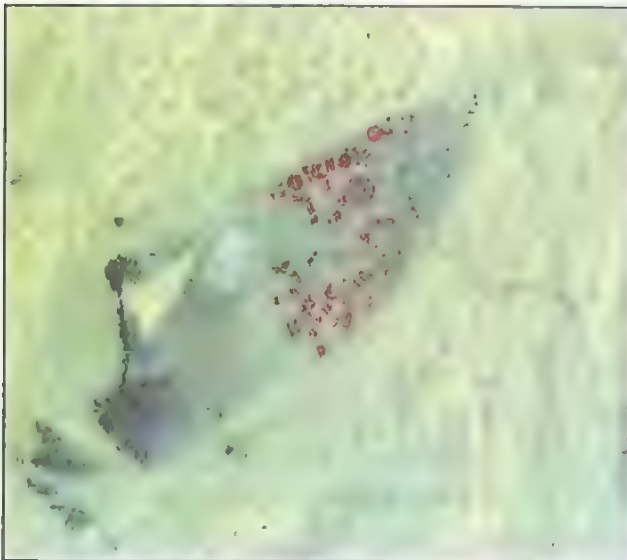
من هذا المنطلق وغيره أصبحت أبحاث واستخدامات علوم الفضاء وتقنياته أحد المشاريع الرئيسة التي أولتها المملكة اهتماماً كبيراً لما لها من أهمية كبيرة في إيجاد حلول سريعة وجذرية في تنفيذ الخطط الإنمائية ، وتم إدخال تقنيات الإستشعار عن بعد من خلال عدد من المراكز والمشاريع ، فالمركز السعودي للإستشعار عن بعد ضمن مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ، يعد من أكبر المراكز في المنطقة من حيث إمكانياته الفنية وأجهزته المتطورة ، فهو يضم محطة الإستقبال الأرضية لصور الأقمار الصناعية ومختبرات المعالجة الرقمية ، كذلك أنتشر استخدام هذه التقنية في العديد من الوزارات والدوائر الحكومية والجامعات ومنها مركز دراسات الصحراء في جامعة الملك سعود الذي قام بإدخال تقنيات الإستشعار عن بعد في أبحاثه لدراسة البيئة الصحراوية .

وبتطبيق مفاهيم هذه التقنية على مناطق المملكة أجريت بعض الدراسات في مركز دراسات الصحراء حول أهمية استخدام صور الأقمار الصناعية ومنها

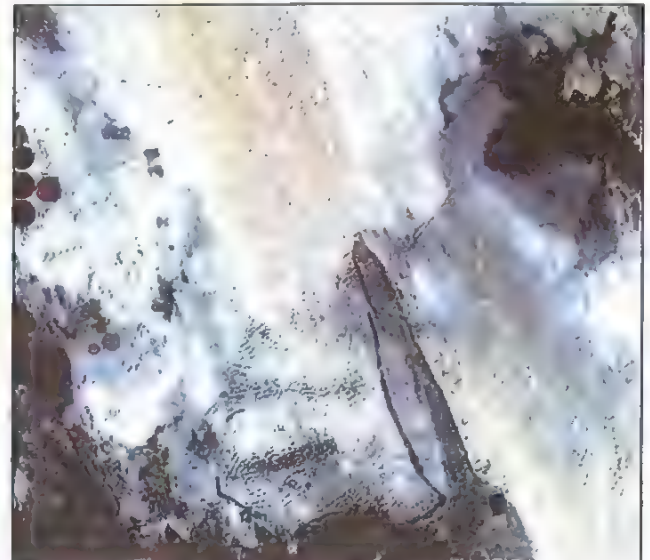
دراسة وضع الأحزمة الخضراء التي أقامتها وزارة الزراعة والمياه من خلال مشروع حيز الرمال بالإحساء لحماية الواحات والمنتزهات الوطنية من زحف الرمال . وكان لهذا المشروع الوطني الهام دور أساس في حماية المنطقة بالرغم من اختفاء بعض أجزاء الأحزمة الشجرية .

ومن المشاريع الأخرى التي يدرسها المركز حالياً أثر وجود العوائق الطبيعية كالجبال على حماية المناطق التي تقع خلفها من أثر زحف الرمال والتصحر ، وبالتالي تشكيل مناطق صالحة للزراعة ضمن مناطق تحيط بها الصحراء من كل جانب ، وتجري هذه الدراسة لموقع الحفير قرب حائل .

وهناك العديد من الدراسات المماثلة قامت بها العديد من الجهات المختصة نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر مصلحة حماية البيئة والأرصاد الجوية من خلال استخدامها لتقنيات الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في مشروع الدعم البيئي للبادية ، كذلك مشاريع مركز البحوث في جامعة الملك فهد للبترول والمعادن لدراسة تقويم الإستشعار عن بعد في دراسات الرمال في المملكة ، ونذكر أيضاً المشاريع الرائدة لوزارة الزراعة والمياه وخاصة في إنجاز أطلس التربة والمياه والمناخ للمملكة بالاستعانة بصور الأقمار الصناعية ، وغيرها من الجهات .



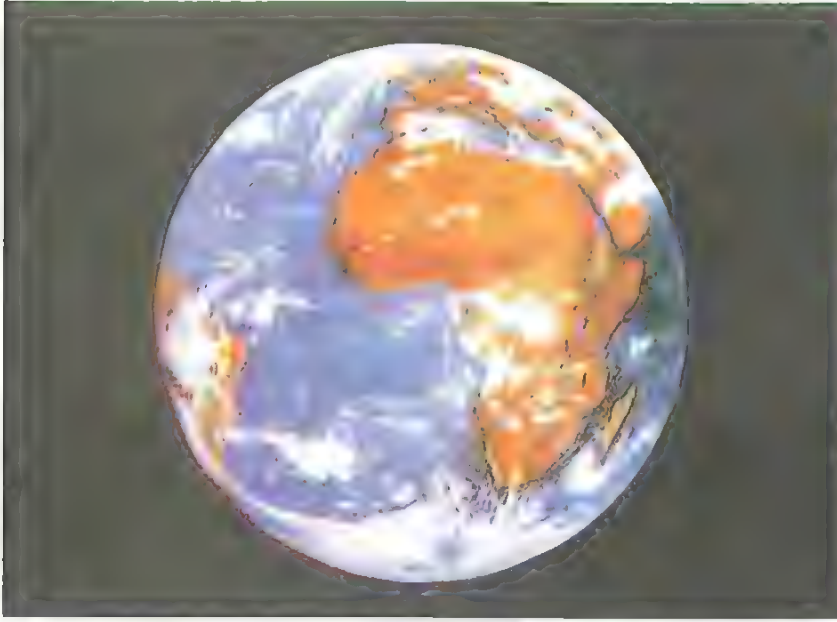
● أثر الجبال في تشكيل مناطق زراعية في الصحراء - بالحفير (منطقة حائل) .



● دراسة الأحزمة الخضراء وزحف الرمال بالإحساء .

كشف التغيرات في الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض

أ. عبد الله حسن الناصر



تعد المعلومات عن التغيرات في الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض ، سواء كانت نتيجة للنشاطات البشرية أم للعوامل الطبيعية ، مطلب في غاية الأهمية للكثير من الجهات لأغراض التقييم والتخطيط والتطوير والإدارة ، يوفر الاستشعار عن بعد جزءاً كبيراً من هذه المعلومات وذلك باستخدام تقنيات وطرق معينة للكشف عن تلك التغيرات تسمى طرق كشف التغير (Change-Detection Techniques) .

تغطي الكرة الأرضية أربعة أسطح رئيسية هي : الماء ، التربة (أو الصخور) ، النبات والمنشآت البشرية التي من أهمها البيئات الحضرية ، وتعد تلك الأسطح ، بالإضافة للغلاف الجوي ، المكونات الرئيسية للمسرح الكبير - الكرة الأرضية - التي يمارس الإنسان عليها وفيها نشاطاته المختلفة .

وتتغير تلك المكونات - بقدره الله - بشكل مستمر نتيجة للنشاطات البشرية والعوامل الطبيعية المختلفة. وبالرغم من أن العوامل الطبيعية التي من أهمها العوامل المناخية والتغيرات الفصلية والعمليات الجيومورفولوجية المختلفة تقوم بدورها في تغيير الغطاء الأرضي ، إلا أن التغير

إستيعابها المصادر البيئية المتوفرة ، إلا أن القضية ليست فقط أعداد السكان ولكن علاقة هؤلاء السكان بالمصادر المتوفرة . لذلك فإن فهم تلك العلاقة والعوامل المؤثرة فيها سيساعد في توفير أفضل الطرق التي يتم من خلالها توازن البيئة مع التنمية ، بحيث لا تكون عملية صيانة الموارد الطبيعية والبيئة عائقاً أمام التنمية ولا أن تكون التنمية سبباً في تدمير الموارد الطبيعية والبيئة .

وتحتاج الكثير من الجهات الحكومية وغيرها ، سواء كانت تقوم بأعمال تنفيذية أم تنظيمية أم بحثية ، الى المعلومات الدقيقة والتفصيلية عن التغير الذي يحدث في البيئات الطبيعية والبشرية المختلفة والذي له علاقة في مجالات عملها وذلك لأغراض التقييم والتخطيط والتطوير والإدارة.

وتعد تقنية الاستشعار عن بعد من أفضل الوسائل التي يمكن من خلالها توفير الكثير من المعلومات عن التغيرات التي تحدث في البيئات الطبيعية والبشرية وذلك عن طريق إستخدام طرق كشف التغير ، حيث أنه لم يسبق في تاريخ البشرية أن وجدت وسيلة بهذه القوة يمكن من خلالها تقييم ومراقبة حالة البيئة ومكوناتها .

السريع المصحوب بآثار سلبية في أحيائين كثيرة ، يتم من خلال تزايد النشاطات البشرية غير المرشدة. لقد أدت الزيادة الهائلة في أعداد السكان خلال هذا القرن الى ضغوط كبيرة على الموارد الطبيعية والبيئة مما أدى إلى إستنزاف الأولى وتلوث الثانية ، ففي المناطق الحضرية على سبيل المثال أدى النمو السكاني المضطرد إلى إزدیاد الحاجة الى الأرض السكنية وكان هذا بالطبع على حساب الأراضي الصالحة للزراعة والرعي ، مما أدى الى تدهور البيئات الطبيعية المحيطة بالمدن . كما تسببت النشاطات البشرية الكثيفة المتمثلة في النشاطات التعدينية وإنشاء الطرق وردم السواحل وتحويل أنظمة الصرف الطبيعي ، في تلوث عناصر البيئة الرئيسية مثل الهواء والماء والتربة ، وفي تغيير الشكل الظاهري للأرض في مناطق متفرقة من العالم ، كذلك أدى الرعي والاحتطاب الجائرين ، وقطع الأشجار ، وإستنزاف موارد المياه ، وإنهاك الأرض بالزراعة ، وتغدق التربة الى تصحر الكثير من الأراضي وتدهورها ، حيث تتأثر تلك العوامل بالتغيرات السكانية والمناخية والإقتصادية والاجتماعية ، وبالرغم من أن النمو السكاني في أجزاء كثيرة من العالم ، يكون بنسب لا تتحملها أو تستطيع

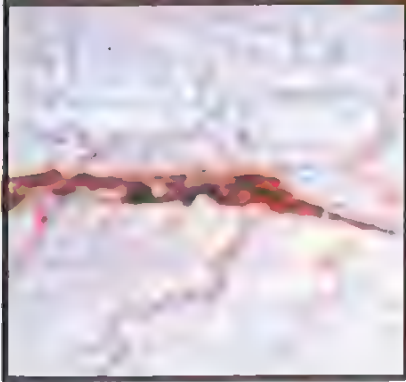
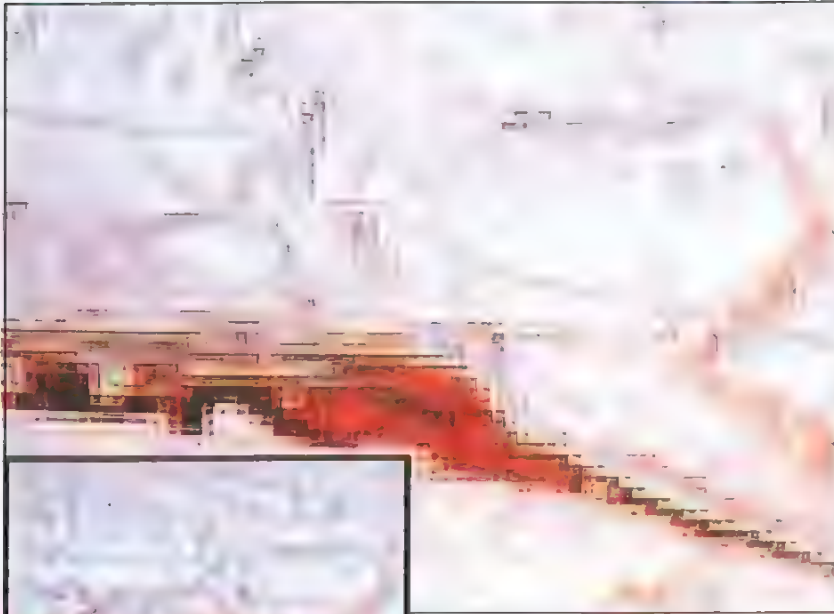
دراسة التغير

ظهر مصطلح الإستشعار عن بعد في الستينيات الميلادية ليصف تقنية جمع ومعالجة وتحليل المعلومات المأخوذة عن بعد والمتعلقة بالبيئات الطبيعية والبشرية في مناطق العالم المختلفة . ويتم بواسطة نظام الإستشعار عن بعد تسجيل أو « تصوير » الاختلافات في كمية الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من الأجسام والظواهر على سطح الأرض بإستعمال أجهزة أو لواقط خاصة تعمل في نطاقات طيفية مختارة تسمى قوة الإيضاح (Resolution) أو « التبيين » الطيفي (عدد النطاقات الطيفية التي يستعملها النظام اللاقط عند تسجيل الطاقة ، مثلاً ٧ نطاقات طيفية للتابع لاندسات TM) بحيث تسجل الطاقة (التي تعرف أحياناً بالإستجابة الطيفية) بشكل رقمي لكل عنصر (الوحدة أو الخلية المكونة للصورة) من عناصر الصورة الذي يمثل مساحة معينة على سطح الأرض تحددها قوة الإيضاح المكانية للنظام المستعمل (قدرة النظام المستعمل على تمييز الأشياء وتقاس بالوحدة المساحية ، مثلاً ٣٠ متر للتابع لاندسات TM) ، صورة (١) ، وتغطي الصورة الواحدة مساحة كبيرة نسبياً من سطح الأرض (٢٤,٢٢٥ كيلو متراً مربعاً في حالة التابع لاندسات TM) تحتوي على حوالي ٤٢ مليون عنصر . والفترة الزمنية التي تفصل بين زيارتين متتاليتين لنفس المنطقة بواسطة نفس التابع تسمى قوة الإيضاح الزمنية (١٦ يوماً للتابع لاندسات TM) ، وهي في غاية الأهمية للكثير من التطبيقات .

وتكمن أهمية تقنية الإستشعار عن بعد وملاءمتها لدراسة التغير في عدة أمور من أهمها :-

١- النظرة الشمولية

تغطي الصورة الواحدة منطقة كبيرة نسبياً من سطح الأرض مما يمكن من



● صورة (١) صورة مكبرة لجزء من وادي حنيفة توضح فكرة عناصر أو خلايا الصورة .

القيام بالدراسات التي تحتاج إلى هذه الميزة ، مثل دراسة التغيرات في التجمعات السكانية الكبيرة ومراقبة المناطق الزراعية ومناطق الغابات والمراعي والمساحات المائية الشاسعة . كما أن هذه النظرة الشمولية تساعد في رؤية العناصر المتغيرة في الأنظمة المدروسة وإيجاد العلاقات التي تربطها بعضها ببعض .

٢- الرؤية الواسعة في المجال الكهرومغناطيسي

العين البشرية لا ترى إلا في نطاق ضيق جداً من الطيف الكهرومغناطيسي هو الطيف المرئي ، لذلك فإنه يمكن بإستخدام اللواقط الخاصة المحمولة على متن التوابع الصناعية المختلفة - تُرى في مجالات طيفية أصغر وأكبر من الطيف المرئي مثل فوق البنفسجية وتحت الحمراء الإنعكاسي والحراري وموجات الرادار - كشف الكثير من الظواهر الطبيعية والتغيرات التي تجري على سطح الأرض .

٣- الطبيعة الرقمية للمعلومات

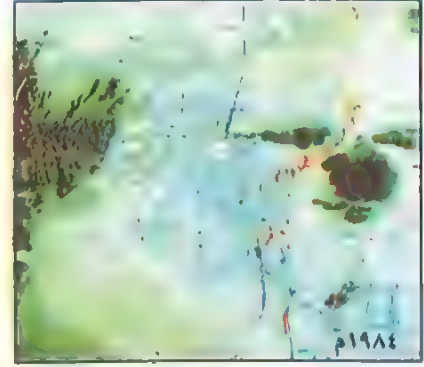
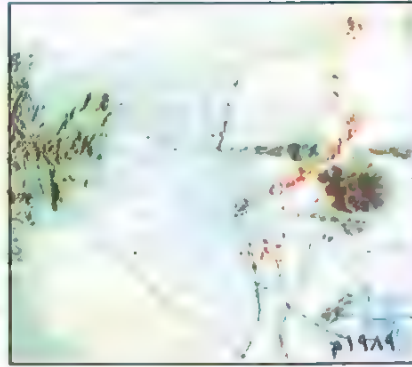
نظراً لأن معلومات الإستشعار عن بعد تسجل بشكل رقمي فهذا سهل عملية تخزينها ، ومعالجتها ، وتحليلها ،

وتحديثها وإشتقاق المعلومات الأخرى منها ، وتعد هذه الميزة من أهم العوامل التي ساعدت على تقدم هذه التقنية من الناحيتين العلمية والتطبيقية . كما أنها سهلت عمليات النمذجة التي تعد من الأساليب البحثية الضرورية في الكثير من الدراسات والأبحاث العلمية المختلفة .

٤- التكاليف المنخفضة للمعلومات

تعد المعلومات المشتقة من الصور المأخوذة بواسطة التوابع الصناعية التي تدور حول الأرض ، مثل « لاندسات » و« سبوت » و« نوا » ، أرخص بكثير إذا ما قورنت بالمعلومات التي يتم الحصول عليها بواسطة الصور الجوية بإستعمال الطائرات أو الأعمال والمسوحات الحقلية ، وعلى الرغم من أن دقة المعلومات وكثافتها تزيد كلما إقتربنا من الهدف أو المادة المدروسة إلا أن ذلك يزيد من تكاليفها ، لذلك كانت صور الأقمار الصناعية أكثر ملاءمة لدراسات المناطق الشاسعة والناحية التي تحتاج إلى مراقبة مستمرة ، بينما الصور الجوية

يمكن الاستناد إليه في وصف التغير الحاصل في الصورة الثانية للمنطقة المدروسة ، صورة (٢) ، وحيث أن الطرق التقليدية للمقارنة عن طريق النظر مثلاً أو استعمال بعض الأجهزة البسيطة تعد بطيئة ومملة وغير دقيقة ، لذلك يمكن إستخدام برامج خاصة بوساطة الحاسب الآلي يتم من خلالها مقارنة الإستجابة الطيفية لكل عنصر من عناصر الصورة الأولى مع نفس العنصر الذي يمثل نفس الموقع على الطبيعة من الصورة الثانية. وتوضح الصورة (٣) مقارنة رقمية بين الصورتين في (٢) بعد مطابقتها على بعض حيث يلاحظ التغير الذي طرأ على مساحة المناطق السكانية والطرق باللون الأحمر ، وتختلف أساليب المقارنة ونتائجها باختلاف الأغراض المستخدمة لها. فعلى سبيل المثال توضح الصورة (٤) إحدى طرق المقارنة التي تظهر فيها فقط المناطق التي تغيرت بين التاريخين في الصورة (٢) باللونين الأبيض والأسود بينما تظهر المناطق التي لم تتغير باللون الرمادي.



● صورة (٢) مقارنة بين مساحة المناطق السكنية والطرق في مدينة حama عام ٨٤ و ١٩٨٩ م.

مراقبة سطح الأرض من وقت الى آخر ، والإفترض الأساس الذي بنيت عليه طرق كشف التغير هو أن هناك تغير في الإستجابة الطيفية لعنصر (أو عناصر) الصورة الذي يمثل ظاهرة أو مادة على سطح الأرض إذا تغير الغطاء الأرضي أو تغير إستعمال الأرض الذي يمثلها ذلك العنصر أو العناصر من حالة الى أخرى بين تاريخين مختلفين ، ولا يمكن الحصول على معلومات عن مقدار التغير ونوعه إلا بمقارنة صورتين مأخوذتين في تاريخين مختلفين لنفس المنطقة بحيث تكون الصورة الأولى هي المرجع الذي

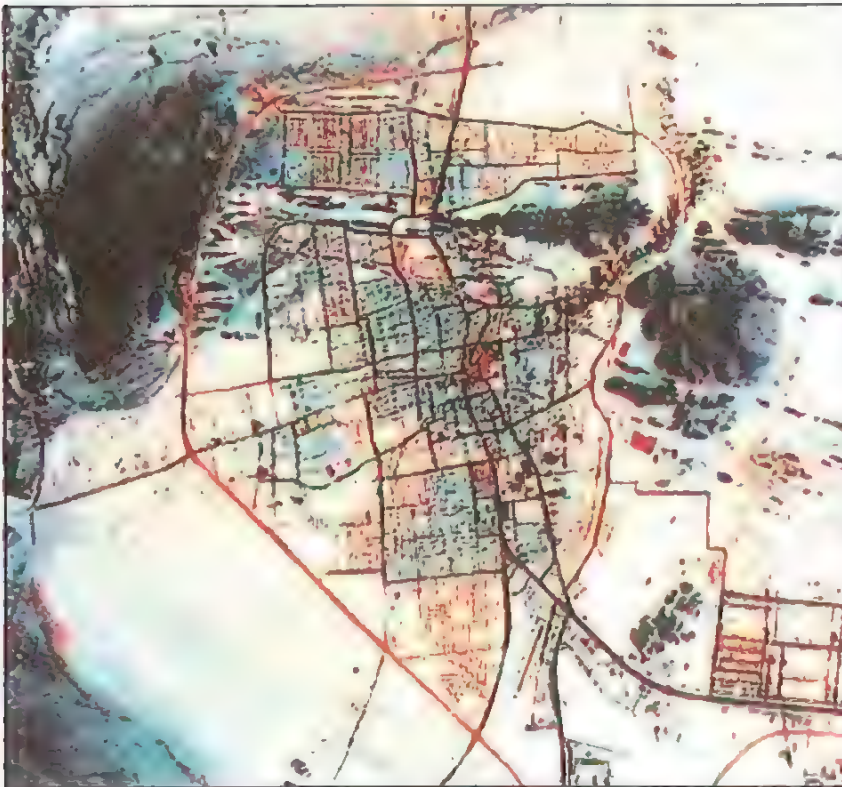
والمسوحات الحقلية تناسب دراسات المناطق الصغيرة والمحدودة التي يسهل الوصول إليها ولا تحتاج الى مراقبة مستمرة . كما أن المعلومات التي يتم الحصول عليها بعد معالجة وتحليل صور الأقمار الصناعية تختصر الحاجة للأعمال الحقلية الكثيفة ، وهذا بدوره يساعد على توفير الوقت وتقليل التكاليف المادية والحاجة للطاقت البشرية الكبيرة .

٥- إستمرارية فيض المعلومات

من المتوقع أن تستمر أنظمة الإستشعار عن بعد الحالية في العمل وإرسال المعلومات لسنوات طويلة ، وبالرغم من أنه سيطرأ على هذه التقنية تطورات كبيرة وسريعة في وسائل جمع ومعالجة وتحليل وتخزين المعلومات ، إلا أن مستخدمي هذه التقنية سيتمكنون من إستيعاب التطورات الجديدة وضمان الحصول على المعلومات بانتظام وتكاليف معقولة مما يجعل أي إستثمار في هذا المجال مجزياً من الناحيتين العلمية والمادية إن شاء الله .

ونظراً لإستمرارية معلومات الإستشعار عن بعد وتكررها في فترات قصيرة معينة وعدم تغير خواصها أصبحت هذه التقنية من أفضل الوسائل لمراقبة التغيرات التي تحدث على سطح الأرض وجمع المعلومات عنها .

يمكن تعريف طرق « كشف التغير » بأنها عمليات التعرف على الاختلافات في الأشياء والظواهر على سطح الأرض سواء كانت تلك الاختلافات ناتجة عن عوامل طبيعية أم بشرية وذلك عن طريق



● صورة (٣) مقارنة رقمية بين الصورتين في (٢) بعد تطبيقهما بعضهما على بعض .

للنباتات والأعشاب الحولية في فصل الربيع بعد موسم المطر وخاصة في البيئات الجافة وشبه الجافة ، فإنها ستطغى أو تؤثر على التغيرات الفعلية طويلة الأجل في إستعمالات الأرض وتؤثر على دراستها ، كما أن المطر نفسه سيزيد من المحتوى المائي للتربة السطحية مما يسبب انخفاضاً في كمية الطاقة المنعكسة منها إلى الجهاز اللاقط ، وفي كلتا الحالتين (حالة نمو الغطاء النباتي الحولي وحالة زيادة المحتوى المائي للتربة) تتأثر الاستجابة الطيفية في بعض عناصر الصورة مما سيؤثر على نتائج عمليات المقارنة بين الصورتين .

وبالرغم من أن التغيرات الفصلية المختلفة قد تعقد موضوع تحليل وتفسير الخصائص الطيفية بسبب تأثيرها على عملية إستنتاج التغيرات الفعلية في استعمالات الأرض ، إلا أنها في أحايين كثيرة تكون هي المفتاح للمعلومات المطلوبة والمؤشر الرئيس الذي له دلالة معينة في بعض الدراسات الأخرى مثل دراسة التغيرات في التربة ومناطق الغابات والمراعي ، كما أن التغيرات الفصلية تُعد في غاية الأهمية ليس فقط لفهم الصورة وخصائصها ولكن أيضاً لتحديد أفضل الأوقات خلال العام للحصول على معلومات معينة عن بعض الظواهر والأشياء على سطح الأرض .

وعلى الرغم من وجود وسائل معينة باستخدام برامج خاصة في الحاسب الآلي ، يمكن من خلالها تصحيح التأثيرات على المعلومات الرقمية (على الإستجابة الطيفية أو الانعكاسات) بسبب التغيرات في حالة الغلاف الجوي أو زاوية ميل الشمس ، إلا أنه لا توجد وسائل لتصحيح تأثير التغيرات الفصلية إلا عن طريق إختيار الصور التي أخذت تقريباً في نفس الوقت والفصل من السنة وذلك للحد من تلك التأثيرات .

٣- المطابقة

تعد مطابقة الصور الرقمية بعضها على بعض خطوة في منتهى الأهمية

الأكسجين ، والأوزون في الغلاف الجوي ، حيث تؤدي تلك المركبات والعناصر إلى امتصاص الإشارة الطيفية ومنعها من الوصول إلى الجهاز اللاقط .

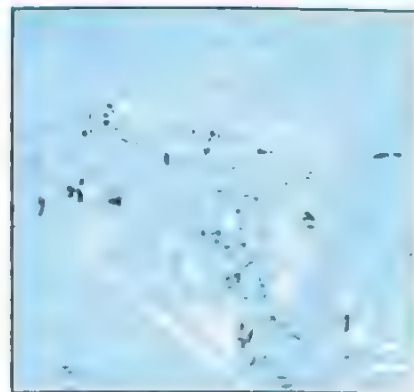
وبناءً على ما سبق ذكره فإذا اختلفت حالة الغلاف الجوي بين الصورتين المراد المقارنة بينهما إختلافاً كبيراً أثر ذلك على قيم عناصر الصورة (الإستجابة الطيفية) بالزيادة أو النقصان مما يوهم بوجود إختلاف في طبيعة الغطاء الأرضي أو إستعمالات الأرض بين الصورتين مرده في الحقيقة إلى الإختلافات في قيم عناصر الصورة بسبب إختلاف الأحوال الجوية ، لذلك يجب أن تؤخذ تأثيرات الأحوال الجوية في الحسبان ليس فقط عند معالجة وتحليل المعطيات الرقمية للإستشعار عن بعد ولكن أيضاً عند إختيار النطاقات الطيفية للأقط المستعمل في المهام الإستشعارية بحيث لا تتأثر بحالة الغلاف الجوي .

٢- التغيرات الفصلية

تتأثر الإستجابة الطيفية لعناصر الصورة بالتغيرات الفصلية التي من أهمها الإختلاف في زاوية ميل الشمس وقت مرور التابع الصناعي في المنطقة ، وكذلك التغيرات الإحيائية الدورية التي تحدث للنبات نتيجة للتغيرات الفصلية .

يؤثر الإختلاف في زاوية ميل الشمس على كمية وحدة الضوء الساقطة على الأرض وعلاقتها بطبيعة وكمية الطاقة المنعكسة ، كما أن زاوية ميل الشمس تؤثر على إتجاه الظل وطوله مما يؤثر على القيم الرقمية أو الانعكاسات المسجلة بواسطة النظام اللاقط للمناطق المظلمة ، وهذا يؤثر بدوره على معالجة المعلومات وتحليلها لغرض إستنتاج التغير في المنطقة المدروسة ، حيث أن التغير في هذه الحالة ليس له علاقة بتغير طبيعة الأرض أو إستعمالاتها وإنما يكون بسبب وجود الظل .

أما بالنسبة للتغيرات الإحيائية الدورية في النبات ، مثل النمو المفاجيء والغزير



● صورة (٤) طريقة أخرى للمقارنة الرقمية تظهر فقط التغيرات بين التاريخين .

ولا يعد دائماً مرد التغير أو الإختلاف في الإستجابة الطيفية بين الصورتين إلى التغيرات الفعلية في الغطاء الأرضي أو إستعمالات الأرض ، فهناك بعض العوامل الأخرى التي تؤثر في الإستجابة الطيفية لعنصر الصورة مثل :-

١- حالة الغلاف الجوي

تتأثر الطاقة الكهرومغناطيسية في رحلتها من مصدرها - الشمس - إلى الهدف المراد دراسته على سطح الأرض ومن الهدف إلى الجهاز اللاقط على متن التابع الصناعي بحالة الغلاف الجوي ، فالجسيمات الصغيرة بمختلف أنواعها في الجو تقوم بإضعاف أو زيادة الإشارة الطيفية القادمة إلى الجهاز اللاقط ، حيث تنصرف تلك الجسيمات في الجو كعاكسات صغيرة ، ويحدث ذلك بسبب عاملين رئيسيين هما ظاهرتي التشتت والامتصاص .

وتعتمد ظاهرة التشتت على كل من طول الموجه الكهرومغناطيسية وحجم الجسيمات في الغلاف الجوي ، وبشكل عام فالموجات القصيرة تكون قابلة للتشتت أكثر من الموجات الطويلة ، فعلى سبيل المثال فإن الأشعة فوق البنفسجية قابلة للتشتت أربع مرات أكثر مقارنة بالأشعة الزرقاء وست عشرة مرة مقارنة بالأشعة الحمراء .

أما بالنسبة لظاهرة الإمتصاص فإنها تحدث عادة بسبب وجود كميات كافية من بخار الماء ، ثاني أكسيد الكربون ،

والمكانية والزمنية للنظام اللاقط عن بعد للظاهرة المراد دراستها ، فعلى سبيل المثال النظام اللاقط الذي يستعمل نطق طيفية في المجال المرئي فقط قد لا يكون قادراً على رؤية بعض الظواهر الطبيعية التي تحتاج رؤيتها إلى طيف تحت الحمراء. كذلك لن يكون بإمكاننا رؤية التغيرات التي تحدث على مساحة أقل من قوة الإيضاح المكاني ، كما أن قوة الإيضاح الزمني تحدد نوع التغيرات الممكن مراقبتها بوساطة النظام اللاقط ، فالظاهرة التي تبدأ وتنتهي في ساعات أو أيام قليلة قد لا نتمكن من رؤيتها إذا لم يواكب حدوثها مرور التابع الصناعي من المنطقة ، مثل حرائق الغابات أو الفيضانات ، ولكن على كل حال من الممكن رؤية بعض آثارها بعد فترة من حدوثها .

تطبيقات كشف التغير

من خلال استخدام الطرق والأساليب المختلفة « لكشف التغير » ، وفي حدود الإمكانيات الطيفية والمكانية والزمنية للنظام اللاقط عن بعد المستعمل ، يمكن القيام بتطبيقات مختلفة من أهمها : -

- ١- تحليل ودراسة التغير في البيئات الحضرية .
- ٢- مراقبة التغيرات في مساحات الأراضي الزراعية .
- ٣- مراقبة نمو المحاصيل والإجهاد الذي يصيبها نتيجة للأمراض ونقص المياه .
- ٤- دراسات التغيرات الفصلية في الغطاء النباتي الطبيعي .
- ٥- مراقبة النشاطات المتعلقة بالرعي والإحتطاب وقطع الأشجار .
- ٦- مراقبة النشاطات التشجيرية الكبيرة ومناطق الغابات والمتنزهات الوطنية والمساحات والمحميات الطبيعية .
- ٧- مراقبة التغيرات الجيومورفولوجية السريعة .

الأرضي وإستعمالات الأرض إحدى طرق مقارنة المعلومات في الصورة الأولى مع الصورة الثانية ، حيث يتم من خلالها فرز عناصر الصورة إلى مجموعات كل مجموعة تمثل غطاء أو إستعمال معين للأرض ، صورة (٥) ، ويعتمد تصنيف الصورة بشكل عام على قيمة المعلومات الرقمية (الإستجابة الطيفية أو الإنعكاس) لكل عنصر من عناصر الصورة الذي يعتمد بدوره على نوع وطبيعة الأرض في ذلك الموقع الذي يمثل ذلك العنصر . فإذا أردنا مثلاً معرفة التغير الطارئ على أحد إستعمالات الأرض بين تاريخين معينين وكان هناك خطأ في تصنيف ذلك الإستعمال في أحد الصورتين أو كلاهما ، أي أن مساحته الفعلية زادت أو نقصت نتيجة لسوء التصنيف فإن نتائج المقارنة تكون غير صحيحة أو على الأقل غير دقيقة ، لذلك إما أن نلجأ إلى إعادة التصنيف أو استخدام طرق أخرى للمقارنة .

كما أن هناك بعض الأمور التي يجب وضعها في الحسبان عند دراسة التغير من أهمها مدى ملائمة كل من قوة الإيضاح (أو التبيين) الطيفية

لأغراض المقارنة في أكثر الطرق المستعملة ، وتتم عملية المطابقة حسب خطوات معينة يستعمل فيها الحاسب الآلي وأجهزة أخرى خاصة بحيث ينطبق كل عنصر من عناصر الصورة الأولى على نفس العنصر في الصورة الثانية الذي يمثل نفس الموقع الجغرافي على الطبيعة عن طريق إستخدام نقط تحكمية معروفة ، وذلك لمقارنة العناصر في الصورة الأولى مع نظرائها في الصورة الثانية ، وبما أنه من الصعوبة بمكان أن تنطبق الصورتان الرقمية على بعضهما على بعض تمام الانطباق بحيث تكون نسبة الخطأ في التطابق صفراً ، لذلك فهناك حد أدنى من نسبة الخطأ في عملية التطابق تتأثر عند تجاوزها دقة المعلومات المستنتجة عن التغير بين الصورتين ، ويرجع ذلك أنه عند عدم تطابق عناصر الصورة تكون المواقع الجغرافية التي تمثلها تلك العناصر أيضاً غير متطابقة لذلك لا تكون المقارنة بين نفس المواقع الجغرافية مما ينتج عنه وجود تغيرات وهمية غير موجودة على الطبيعة .

٤- التصنيف

تعد عملية تصنيف طبيعة الغطاء



● صورة (٥) تصنيف الغطاء الأرضي وإستعمالات الأرض لمدينة حائل عام ١٩٨٩ م .

السوبرنوفات وأجبار الألماس

أمكن فصل كميات كبيرة من ذرات الألماس من النيازك التي تسقط على الأرض لأول مرة عام ١٩٨٧م بواسطة العالم إدوارد اندرز (Edward Anders) من جامعة شيكاغو .

يناير ١٩٩٢م . وقد أشارت مجموعة كليتون إلى أن خليط النظائر المذكور نتج أثناء انهيار نجم ضخم لتكوين نجم نيوتروني ، وحدث هذا عند انفجار من الطراز الثاني (Type II) مثل انفجار السوبرنوفات (1978A) في سحابة ماجلان الكبيرة .

عندما يبرد الغاز المنبعث من السوبرنوفات فإنه يبدأ في تكوين غبار يحجز بداخله الغازات النادرة مثل الزينون بنظائره الثقيلة والخفيفة . وقد حدث هذا خلال ٦٠٠ يوم بعد انفجار سوبرنوفات (1978A) ، وفي ذلك إشارة إلى وجود الغازات النادرة بشكلها المشاهد في النيازك ، ولذلك فإن جزء من الكربون في بقايا السوبرنوفات سيكون الجرافيت بينما يكون جزء آخر غبار من الماس . فإن كان ما أشار إليه كليتون حقيقة فإن النجوم عندما تتلاشى تسقط على هيئة ذرات من الألماس . ويقدر كليتون أن السوبرنوفات (1987A) نتج عن انفجارها حوالي 10^{24} ذرة صغيرة من الألماس يبلغ حجم الواحدة منها 10^{-3} من كتلة الغبار الشمسي . ويعني ذلك أن الأعداد الكبيرة من السوبرنوفات أثناء انفجارها قد دفعت بذرات هائلة العدد من المجرة .

المراجع : New Scientist, 8th, Feb. 1992, p. 22.

ومنذ ذلك الحين أصبح وجود الألماس في النيازك من الحقائق المعلومة لدى علماء الفلك رغم عدم معرفتهم كيفية تكوينها . ويذكر العالم اندرز أن الألماس الموجود مع النيازك على شكل حبيبات صغيرة تتكون الواحدة منها من بضعة آلاف من الذرات ، وهي عبارة عن خليط غير مألوف من النظائر الموجودة في النيازك . وقد وجد أن النظائر الثقيلة للغازات النادرة مثل الزينون والكربيتون توجد في مثل هذا النوع من الألماس بكميات أكبر مما هو موجود في المجموعة الشمسية ، بجانب ذلك فإن تلك الأجسام تحتوي أيضا على النظائر الخفيفة لنفس الغازات النادرة .

وقد أشار العالم رونالد كليتون (Ronald Clayton) من جامعة كارولينا الجنوبية إلى أن وجود النظائر الثقيلة بشكل غير مألوف في النيازك يرجع إلى كمية كبيرة من النيوترونات بعد انفجار السوبرنوفات واتحادها مع الغازات الخاملة . ولكن من الملاحظ أن كليتون لم يفسر سبب وجود النظائر الخفيفة من تلك الغازات النادرة بجانب نظائرها الثقيلة .

وفي محاولة لتفسير تلك الظاهرة أجرى كليتون عدداً من الحسابات مع نخبة من العلماء بكاليفورنيا وأعلن عن النتائج التي توصل إليها أثناء اجتماع جمعية الفلكيين الأمريكيين بآتلانتا في

- ٨- مراقبة زحف الرمال .
- ٩- مراقبة مساحات المسطحات المائية وحالاتها .
- ١٠- مراقبة ودراسات الكوارث الطبيعية والصناعية مثل الفيضانات والحرائق وتقدير الخسائر الناجمة عنها .
- ١١- مراقبة وتحليل الخصائص الحرارية لبعض الظواهر الطبيعية والصناعية في أوقات مختلفة .
- ١٢- مراقبة النشاطات العسكرية .

بالرغم من بعض الصعوبات والقيود في استخدام تقنية الاستشعار عن بعد لكشف التغير الذي تم التطرق لأهمها بشكل مختصر ، إلا أنه بوساطتها نستطيع توفير الكثير من المعلومات عن التغيرات في البيئات الطبيعية والبشرية عن طريق مراقبتها من أن إلى آخر . ولدراسة وفهم تلك التغيرات نحتاج إلى معلومات أخرى غير التي توفرها أنظمة الاستشعار عن بعد مثل المعلومات الناتجة عن المسوحات والأعمال الحقلية والدراسات الإحصائية المختلفة .

وحيث أن أحدث الخرائط والمعلومات قد لا تواكب التطورات والتغيرات السريعة وخاصة في مجال إستعمالات الأرض لذلك فالحاجة إلى تلك الخرائط والمعلومات مستمرة ، ولكثافة المعلومات المطلوبة وتعدد مصادرها وأنماطها فقد دعت الحاجة إلى إيجاد نظام يقوم بإدارتها وتقديمها في أسرع وقت وبالشكل المطلوب إلى الجهات المستفيدة ، لذلك كانت أهمية أنظمة المعلومات الجغرافية التي تتيح تخزين وتحليل ودمج المعلومات المختلفة وتحديثها وإشتقاق المعلومات الأخرى منها .

وستوفر كل من تقنيتي الاستشعار عن بعد وأنظمة المعلومات الجغرافية أفضل الوسائل للحصول على المعلومات عن التغيرات في البيئة الطبيعية والبشرية التي ستساعدنا - بحول الله - على إستغلالها والمحافظة عليها وتطويرها .



الإستشعار عن بعد في التطبيقات العسكرية

إعداد : م / عبد الله الشهراني

ملونة وتبلغ قوة التفريق فيها ٢٠ متراً ،
وصور غير ملونة بالأبيض والأسود
(Panchromatic) وتبلغ قوة التفريق فيها
١٠ أمتار.

* الأقمار الصناعية الروسية (DD-5) :
وقد ظهرت مؤخراً وهي توفر صوراً
بالأبيض والأسود وتبلغ قوة التفريق فيها
حوالي مترين ، وهي قوة تفريق عالية .

ومن الجدير بالذكر أن الأقمار
الصناعية الروسية هذه كانت من ضمن
أقمار التجسس العسكرية ، وبعد تفكك
المعسكر الشيوعي ونهاية الحرب الباردة
تحولت في عام ١٩٩٢م إلى أقمار صناعية
تجارية ذات طابع مدني .

وطبقاً لمقالة كتبت بمجلة مراقبة
الأرض (Earth Observation Magazine)
عدد نوفمبر ١٩٩٢م فإن صور الأقمار
الصناعية الروسية الأخيرة تفوق في
جودتها كل الصور التي باعته روسيا منذ
عام ١٩٨٧م ، والتي كانت آنذاك تتمتع
بقوة تفريق تفوق بكثير كل ما يتوفر
تجارياً في الغرب ، ففي الصور الجديدة
يمكن تحديد أهداف أو معالم تقل قليلاً في
أبعادها عن مترين ، أو ما يزيد قليلاً عن
سنة أقدام ، حسب تقرير المجلة .

وحسب التقرير المذكور أعلاه فقد

أدى التطور والتقدم الهائل الذي حدث في العقدين الماضيين في مجال
علوم وتقنية الفضاء إلى زيادة الوسائل الفضائية وبالأخص الأقمار الصناعية
الخاصة بتصوير سطح الأرض من الفضاء (الإستشعار عن بعد) .

وقد صاحب التقدم التقني والعلمي في مجال علوم وتقنية الفضاء تقدم
مماثل في مجالي الحاسبات الآلية ونظم التسليح الحديثة ، مما أدى إلى
إمكان عرض وتحليل وتفسير وتصنيف بلايين البيانات والمعلومات
الفضائية بسرعة فائقة مما سهل للمخطط والمحلل العسكري والمدني مهام
اتخاذ القرارات الصعبة ، ومكن الطيار والملاح من تخطيط المهام الجوية
(Mission Planing) ومشاهدة طبيعة الأرض كما تبدو من غرفة القيادة وكذلك
مشاهدة الأهداف وأنسب طرق الإقتراب منها ، كما مكن من تحليل طبيعة
الأرض ومعرفة صلاحيتها لعبور القوات والمعدات العسكرية المختلفة ، هذا
بالإضافة إلى العديد من الاستخدامات والتطبيقات العسكرية الأخرى .

الفضائية حسب اختلاف قوة التفريق .
من أهم الأقمار الصناعية - في الوقت
الحاضر - التي توفر الصور الفضائية
المستخدمة في تحليل وتفسير وإبراز
المعلومات الحيوية في المجال العسكري
والمدني ما يلي :-

* الأقمار الصناعية الأمريكية
لاندسات: وتحمل لاقط ثيماتيكلي
(Thematic Mapper - TM) تبلغ قوة
التفريق (درجة الوضوح) فيه ٣٠ متراً .

* الأقمار الصناعية الفرنسية سبوت:
وتنقسم الصور فيها إلى قسمين ، صور

سيتناول هذا المقال الدور الهام الذي
تقوم به منتجات الإستشعار عن بعد في
مجال الاستخدامات والتطبيقات
العسكرية .

تصوير الفضاء

يتم تصوير سطح الأرض من الفضاء
باستخدام الإشعاعات الكهرومغناطيسية
عند شرائح معينة من طيف هذه
الإشعاعات وبقوى تفريق مختلفة ،
وتختلف كمية ونوعية المعالم (الطبيعية
والصناعية) التي تظهرها الصور

سيحلّقون فوقها والتعرف عليها قبل بدء العمليات العسكرية ، وقد ذكر أحد الطيارين أنه عندما اندفع صوب الهدف باتجاه ٥٨ درجة أحس كأنه قد شاهد تلك الأماكن من قبل ، والسبب في ذلك أن الطيارين وضباط الطلعات الجوية يشاهدون ويراجعون مهامهم على شاشات الحاسبات الآلية التي تعرض نماذج مصورة (ثلاثية الأبعاد) تم إنتاجها من صور الأقمار الصناعية ، وتمثل هذه الصور عروضاً واقعية عن مسار طلعاتهم ، وتظهر أهدافهم كما سوف تظهر من غرفة القيادة في الطائرة المقاتلة ، مما يعطيهم فرصة للتعرف على مسار خط الطيران ، بالإضافة إلى تحديد مواقع رادارات العدو ، وبطاريات الصواريخ أرض جو ، ومواقع الأسلحة المضادة للطائرات .

ورغم تركيز وسائل الإعلام على طرق القصف وكيفية استخدام القنابل الموجهة بالليزر والقنابل دقيقة التوجيه ، ودقة إصابة الأهداف وخفض الخسائر البشرية وما إلى ذلك ، إلا أن القليل من المعلقين والصحفيين أبرز دور الصور الفضائية في تلك العمليات .

ومن الجدير بالذكر أن المعدات المستخدمة في تحليل وعرض وتخطيط المهمات الجوية ليست معدات خاصة ، بل معدات تجارية يمكن استخدامها في العديد من الأغراض والتطبيقات ، وهي عبارة عن محطات رسم وعرض مدعومة بحاسبات آلية ، كما أنها تستخدم صور أقمار صناعية متوفرة تجارياً . أما البرامج المستخدمة فهي في العادة تكون خاصة ولأغراض محددة .

ومن المميزات الهامة في الصور الفضائية أنها ثلاثية الأبعاد ، لذا فهي تبرز بوضوح معلومات الارتفاع (Elevation) مثل بيانات التضاريس الرقمية (Digital Terrain Elevation Data-DTED) والتي تنتج أساساً إما من الخرائط الرقمية

إلى إجراءات تصحيح الصور الفضائية وهي :-

١- التصحيحات الإشعاعية (Radiometric Correction) : أي تصحيح الصور الفضائية من حيث المؤثرات الجوية والإشعاعية .

٢- التصحيحات الهندسية (Geometric Correction) : أي تصحيح الصور من حيث مطابقتها لطبيعة الأرض التي تمثلها (إعادة وضع كل معلومة على الصورة إلى مكانها الصحيح على الأرض) حسب مقياس رسم معين .

وتعد الإجراءات ذات أهمية بالغة في تحقيق نتائج صحيحة ودقيقة . ولكنها تخرج عن نطاق هذا الموضوع .

مثال على تطبيقات المستشعرات

كان للصور والمعلومات الفضائية دور كبير في التحضير والتنفيذ لعملياتي درع وعاصفة الصحراء ، ويتمثل ذلك في عرض وتقديم المعلومات الحيوية الهامة لصانعي ومنفذي القرار العسكري للمساعدة في اتخاذ القرارات الصحيحة ، فعلى سبيل المثال ، تمكن الملاحون الجويون من مشاهدة المناطق والأهداف والمعالم الطبيعية والصناعية التي

أطلقت الأقمار الصناعية الروسية ، والتي أنتجت بواسطة نظام (DD-5) الروسي ، باستخدام مركبات فضائية روسية مثل كوزموس ١٥٤٦ ، وتلتقط الصور باستخدام مجس خطي (Linear Sensor) يحتوي على ٦٠٠٠ عنصر ، ثم تعالج بواسطة معالج ثنائي الثنائيات (8 Bit Processor) قبل بثها إلى الأرض على دفعات مدة كل منها ثمان ثوان . ويبلغ البعد البؤري للنظام (Focal Plane) حوالي ٥ أمتار ، كما يبلغ طول المصفوفة (CCD) في المستوى البؤري (Focal Length) حوالي ٨ سنتيمترات .

وتحتوي هذه الصور على ٢٥٥ مستوى من تدرج اللون الرمادي (Gray Levels) كما يظهر فيها كل من الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء .

ومما يجدر ذكره أن هناك العديد من الأساليب المستخدمة في تحليل الصور الفضائية التي سبق الحديث عنها في العدد الخامس والعشرين من مجلة العلوم والتقنية وهي كما يلي :-

١- القياس (Measurement) .

٢- التصنيف (Classification) .

٣- التقدير (Estimation) .

إلا أنه من المفضل الإشارة



● صورة مأخوذة بالأقمار الصناعية الروسية (DD-5).

بكثير من التغطية الصغيرة التي توفرها الأقمار العسكرية ، فمثلا الصورة الواحدة للقمر الصناعي الفرنسي « سبوت » تغطي منطقة تبلغ 60×60 كم ، بينما لا يتجاوز مدى التغطية للأقمار الصناعية العسكرية بضعة كيلومترات . وحيث أن المخطط والمحل وكذلك الطيار كانوا يراجعون ويخططون لمناطق واسعة وذات عمق استراتيجي كبير ، فإن الصور الفضائية التي تغطي مساحات كبيرة كانت أهم من الصور الصغيرة البالغة الوضوح التي توفرها منتجات وزارة الدفاع ، وقد لعبت صور القمر الصناعي الفرنسي « سبوت » دورا هاما في نجاح الهجمات الجوية .

يتضح مما سبق الدور البارز الذي قامت وتقوم به الصور الفضائية في مجال تخطيط وإنجاح المهام الجوية ، ولكن يجب أن لا ننسى أن الصور الفضائية تقوم بأدوار هامة أخرى وذلك في العديد من الاستخدامات والتطبيقات العسكرية الأخرى من جوية وبرية وبحرية .

تطير ليلاً أو نهاراً ، أو وقت الغروب أو حتى وسط الضباب ، ونتيجة لذلك فإن الطيار لا يرى المنظر بشكله الحقيقي ، وإنما يراه كما سوف يراه خلال المهمة العسكرية ، ولهذا فإن التدريب الواقعي والجيد يخلق الإبداع في التنفيذ ويزيد من مهارة وثقة الطيار والملاح وغيرهم .

وجدير بالذكر أن الصور والمعلومات الفضائية لا توفر الفرصة للطيار والملاح فحسب ، بل إنها تساعد المخطط والمحل العسكري في تحديد مدى الخطورة بالنسبة لعملية القصف وما هي البدائل ، حيث يمكن مراجعة الهدف ودفاعاته لغرض الوصول إلى نقطة ضعيفة يمكن للطائرات من خلالها قصف الهدف . فمثلا خلال حرب عاصفة الصحراء وبالذات في يوم ٢٧ يناير ١٩٩١م استخدمت ثلاث طائرات من طراز « إف ١١١ » صورا من الأقمار الصناعية لقصف محطة ضخ البترول من البئر الكويتية التي فجرها الجيش العراقي في مياه الخليج . ومع أن المحطة كانت تتمتع بدفاعات عراقية مكثفة إلا أن الطائرات الثلاث تمكنت من تسديد

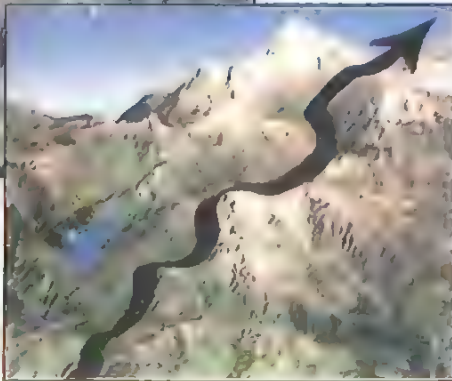
المتوفرة وإما من صور الأقمار الصناعية وإما من أي مصادر أخرى ، بعد ذلك تغطي بيانات الإرتفاعات بصور الأقمار الصناعية الرقمية ، وتستخدم عمليات حسابية معقدة لتدوير وتحريك المنظر حسب حركة الطائرة خلال الطيران . ثم تضاف المعلومات الإستخباراتية والمعلومات الأخرى مثل معلومات تحليل المعلومات الرقمية (Digital Feature Analysis Data - DFAD) والتي تظهر بوضوح تام المعالم الطبيعية مثل الغابات والأنهار والأودية ، والمعالم الصناعية مثل المنشآت والطرق والكباري ، كما يمكن عرض المواقع الهامة والخطرة مثل مواقع الصواريخ أرض - جو ، ومواقع الأسلحة المضادة للطائرات ، ومواقع الرادارات ، وكذلك نطاق الخطر (Threat Envelope) لهذه الأسلحة والرادارات .

يستخدم الطيار والملاح وقاذف القنابل - قبل الطيران وأثناء التدريبات - المعلومات المذكورة سابقا في محاكاة توجيه الطائرة خلال المنظر المعروض ، وبذلك يمكنهم مقارنة جميع المسارات الممكنة لتفادي الأسلحة والرادارات والإستفادة من التضاريس في عمليات الاختفاء ، واختيار أفضل مسار يمكنهم من إتمام عملية القصف بدقة ، ومراجعة المسار الذي يجب عليهم اتخاذه في حالة إصابة طائرتهم للوصول إلى مناطق بعيدة عن العدو للنجاة بأنفسهم .

وقد ساعدت المعلومات الفضائية على رفع معدل نجاح عمليات عاصفة الصحراء ، فقد توقع المخططون قبل الحرب أن احتمالات النجاح في تدمير هدف ما باستخدام القنابل دقيقة التوجيه لا تتجاوز ٣٠٪ فقط ، وباستخدام هذه المعلومات فقد وصلت نسبة النجاح إلى ٧٠٪ خلال الحرب .

ومن المزايا الأخرى لهذا النظام إمكان تعديل المنظر ليعكس الأحوال الجوية والوقت الحقيقي للطيران ، حيث يمكن تعديل المنظر ل يبدو كما لو كانت الطائرة

ضربات مباشرة إلى أهدافها وأوقفت كارثة بيئية من التزايد بشكل أكبر . لا شك أن التغطية الواسعة التي يتمتع بها القمر الصناعي التجاري أحسن



● مرتفعات جبلية كما تبدو من أجهزة الرصد .

● مسار خط الطيران بين المرتفعات الجبلية .

الاستثمار في بعد والخلف عن البطان

د. عبد القادر محمد السري

يواجه الجيولوجيون (علماء الأرض) العاملون في مجال استكشاف المعادن صعوبة كبيرة في تحديد موقع الخام في المناطق الجديدة للدراسة خصوصا إذا لم تتوفر هناك دراسات مسبقة أو مناجم قديمة تدل على تمعدن المنطقة ، ونظرا لتركز الخامات المعدنية تحت سطح الأرض ، وعدم قدرة الإنسان على رؤية ما تحت السطح ، فإن الجيولوجيين يعتمدون على دلائل سطحية تشير إلى احتمال وجود الخام .

ومن أهم هذه المؤشرات تواجد نطاق من المعادن المتحللة (Alteration Zone) على السطح وتوفر انتشارا كبيرا نسبيا لأكاسيد الحديد مما يعطي انطبعا مؤكدا لتوفر الخام . وكذلك التراكيب الجيولوجية المعينة التي تعطي مؤشرات على حدوث نشاط معين تحت السطح مثل الصدوع والفوالق والصخور المطوية . وقد أثبتت الدراسات المعملية والحقلية أن الطيف الكهرومغناطيسي يعطي خصائص المادة المنعكس عنها ، ويتسجيل انعكاسات الطيف عن سطح الكرة الأرضية يمكن بسهولة تحديد أنواع المعادن والصخور . وعلى هذا يمكن تحديد أهمية الإستشعار عن بعد في الكشف عن المعادن في أنه يساهم في إعداد الخرائط الجيولوجية وتحديثها وتحديد أماكن نطاقات المعادن المتحللة وأكاسيد الحديد .

الخرائط الجيولوجية

تعد الخريطة الجيولوجية (Geologic Map) أداة رئيسية لا يمكن الإستغناء عنها ، وتعرف الخريطة الجيولوجية على أنها خريطة لمنطقة معينة توضح التكوينات الجيولوجية وما تحويها من صخور وظواهر طبيعية مثل الصدوع والفوالق والشقوق وعلاقتها بالتكوينات الجيولوجية المختلفة والتراكيب الجيولوجية التي تكونت بها . يتم إعداد الخريطة باستخدام الصور الجوية غير الملونة والتي تتطلب دراسات حقلية لتحديد أنواع الصخور وإيضاح العلاقة بين هذه الأنواع المختلفة . وتكون الخريطة النهائية نتاج للعديد من الزيارات الحقلية مما يؤدي إلى صرف الكثير من الجهد والمال .

باستخدام معلومات الراسم الثماتيكي (Thematic Mapper-TM) ذي السبعة نطاقات والذي يوضع في القمر الصناعي لاندسات ٤ ، ٥ فإننا نستطيع إبراز جميع الصخور المختلفة وتلوينها بألوان معينة . ويمكن استغلال الصورة الناتجة مباشرة إذا ما تم عمل التصحيحات الهندسية

للحصول على صورة مصححة هندسياً باستخدام نقاط تحكم أرضية ، وتعمل هذه التصحيحات على إبراز الصورة وإلغاء جميع التشوهات بها . وتقوم الصورة مقام الخريطة ، وتسمى الصورة الناتجة صورة مصححة (Geocoded Image) ومن أمثلة معالجة الصور تظهر الصورة (١) لمنطقة شرق خليج العقبة التقطت بواسطة القمر الصناعي لاندسات ، والصورة (٢) لنفس المنطقة بعد معالجتها - باستخدام النطاقات ٢ ، ٤ ، ٧ - لإبراز الصخور المختلفة في المنطقة وعلاقة كل منها بالآخرى .

وتظهر الخرائط الجيولوجية معلومات عن التراكيب الجيولوجية المختلفة مثل الشقوق والصدوع والفوالق والطيات ، ويمكن إيجاد العلاقة بين هذه التراكيب وتواجد الخامات المعدنية باستخدام الصور النسبية (Ratio Image) والناتجة من قسمة القيم الرقمية لوحداث تكوين الصورة من نطاق معين على نفس قيم وحدات تكوين الصورة من نطاق آخر ، ويساعد ذلك في إبراز بعض هذه التراكيب بل ويمكن تحديد اتجاهات الصدوع



● صورة (٢) منطقة شرق خليج العقبة بعد المعالجة.



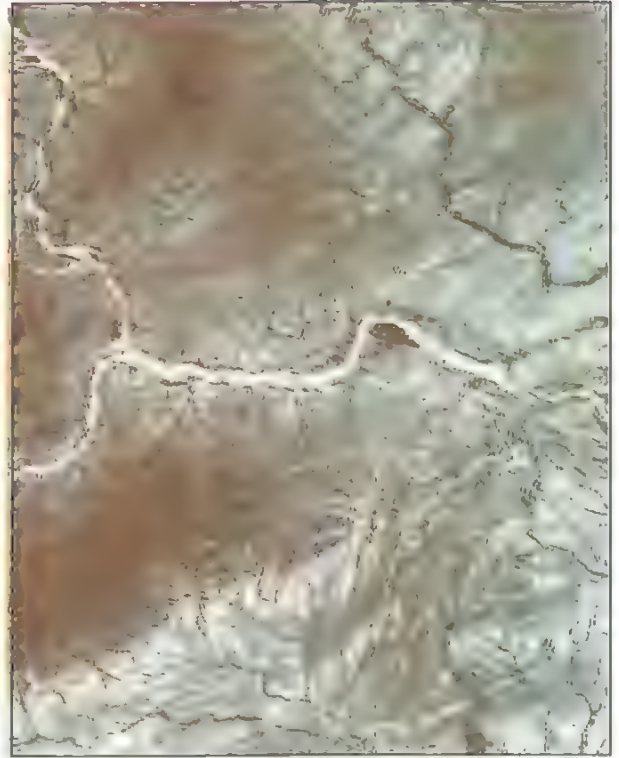
● صورة (١) منطقة شرق خليج العقبة قبل المعالجة.

وتستغل ظاهرة المعادن المتحللة من قبل الباحثين بطرق الإستشعار عن بعد في تحديد الأماكن التي قد تحتوي على خامات معدنية لا تتواجد على سطح الأرض وذلك بالبحث عن معادن الصلصال وأكاسيد الحديد والتي تتواجد في نطاق المعادن المتحللة المجاورة للخام . ويجب أن يؤخذ في الحسبان أن القشرة الأرضية تتعرض للكثير من الضغوط والصدوع والفوالق والطيات مما ينتج عنه تغير في تراكيب الصخور وتسلسلها الطبيعي ، وهذا من شأنه أن يجعل مهمة الكشف عن المعادن أكثر صعوبة .

أطياف المعادن المتحللة

قام عدد من العلماء والباحثين بدراسة العلاقة بين الطيف الكهرومغناطيسي والمعادن المختلفة ، وقد تم التوصل إلى أن كل معدن من المعادن يقوم بعكس جزء من الأشعة الكهرومغناطيسية ويمتص جزء منها وذلك عند طول موجة محددة من الطيف الكهرومغناطيسي . وعلى هذا

طويلة ، كما تختلف نوعية التحول للمعادن والصخور حسب مكوناتها الكيميائية ومقدار درجة الحرارة التي تتعرض لها ، ففي المرحلة الأولى لتحول الخام تتكون المعادن الحديدية وأكاسيدها يليها المعادن الغنية بالفلسبار (Felspar) والبيوتيت (Biotite) والبيريت (Pyrite) ، ثم معادن الصلصال مثل الكاولينيت (Kaolinite) والمونت موريلونيت (Montmorillonite) ، يليها معادن الكالسيت (Calcite) والابيدوت (Epidote) والكوراييت (Chlorite) ، بعدها يقل تأثير الحرارة تدريجياً حتى ينتهي . ويوضح الشكل (١) قطاع تخيلي في سطح الأرض يبين التحول في الصخور وأنواعه نتيجة اندفاع المحاليل الحارة .

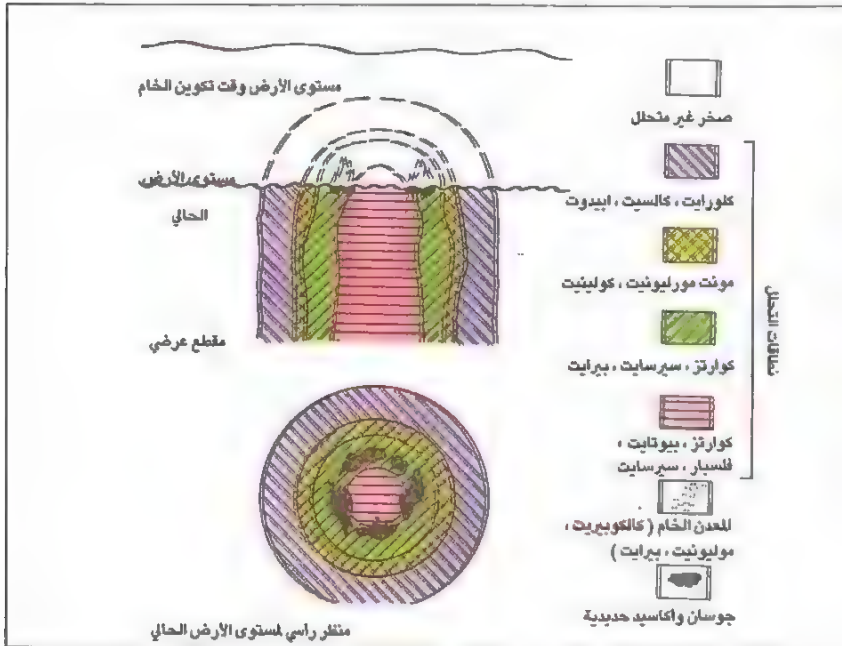


● صورة (٣) صورة نسبية لمنطقة في غرب الدرع العربي .

والفوالق المطلوبة التي تأخذ اتجاه معين يمكن تحديده ، وتوضح الصورة (٣) التراكيب الجيولوجية ونظم الصرف الصحي لمنطقة في غرب الدرع العربي ناتجة عن قسمة القيمة الرقمية للنطاق ٢ على النطاق ٣ من صور القمر لاندسات .

نطاقات المعادن المتحللة

تتكون كثير من الخامات المعدنية من ترسبات محاليل حرارية (Hydrothermal Solutions) صادرة من جوف الأرض وتكون محملة بالعديد من خامات المعادن بسبب انتشارها خلال الشقوق والصدوع والمناطق الضعيفة في باطن الأرض ، ونظراً لأن هذه المحاليل ذات حرارة عالية فإن هذه الحرارة تؤثر على صخور المناطق التي تخترقها والمجاورة لها فتحولها إلى صخور متحولة ومعادن متحللة تغلب عليها معادن الصلصال (Clay Minerals) ، وتزيد نسبة التحول والتحلل كلما تعرض الخام المترسب لحرارة جوف الأرض فترة



● شكل (١) قطاع نموذجي في سطح الأرض لمناطق تحلل محاليل حارة مشبعة بمعادن النحاس وتظهر النطاقات التي تكونت بتأثير حرارة المحاليل .

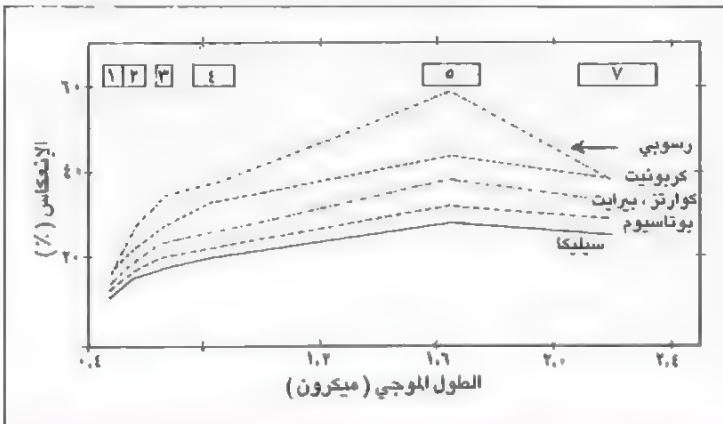
باستخدام هذا النطاق في الضور، يمكن تحديد تواجد معادن الصلصال والتي تدل مباشرة على وجود الخام الذي تكونت منه ، ومن أهم المعادن التي يتم البحث عنها أكاسيد الحديد التي تتداخل مع معادن الصلصال والسيراسيت والبيريت ، ويوضح شكل (٣) صعوبة التفريق بين المعادن التي تتواجد في هذا المدى ، وعلى هذا فقد أقتراح العديد من اللاقطات التي تسجل أرتدادات الطيف الكهرومغناطيسي في نطاقات صغيرة حتى يمكن تحديد نوع المعدن أو الصخر مباشرة من قياس ارتداد الطيف الكهرومغناطيسي عنه . وقد تم تصميم القمر الياباني جيرس - ١ (Jers-1) بحيث يحوي اللاقط فيه أربعة نطاقات صغيرة ضمن النطاق الطيفي (٢,٨ - ٢,٣٥ ميكرون) ، وليستفاد من ذلك في الدراسات التفصيلية حيث يمكن استخدام لاقطات محمولة على طائرات تسجل معلومات عند مجال طيفي صغير جدا لتحديد نوعية المعادن مباشرة وبدون تداخل مع المعادن الأخرى .

طرق المعالجة في البحث عن المعادن

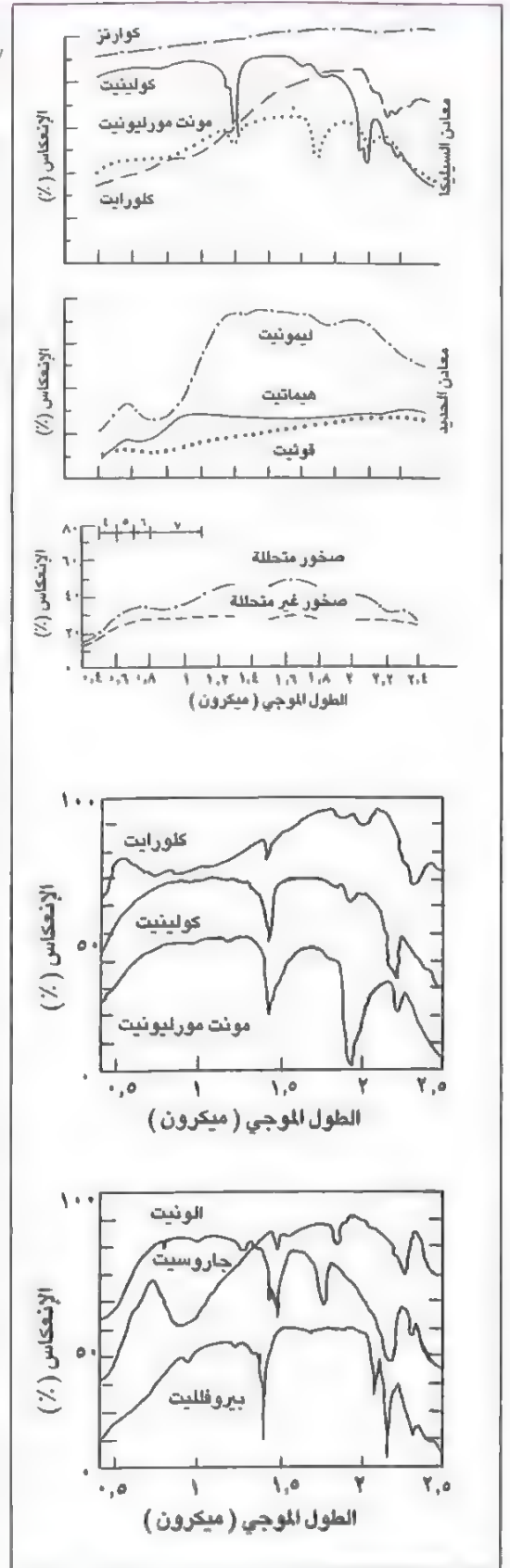
ذكر سابقا أن غالبية المعادن لا تتواجد بشكل واضح على السطح ولهذا فإن الباحث يقوم بتجربة العديد من طرق المعالجة للبحث عن المعادن المتحطة التي

فإنه يمكننا التفريق بين المعادن اعتمادا على هذه الظاهرة ، فإذا رسمنا العلاقة بين الطيف الكهرومغناطيسي ومقدار الانعكاس لعدد من المعادن يتضح لنا أن كل معدن يعطي شكلا بيانيا مميزا عند جزء معين من الطيف الكهرومغناطيسي ، ويوضح شكل (٢) العلاقة بين الانعكاس الطيفي والطول الموجي لبعض المعادن حيث يلاحظ أن نسبة الانعكاس لأغلب المعادن تكون أقل درجة عند المدى الموجي (٢,٣٥ - ٢,٨٠ ميكرون) ، وهذا يعني أن أغلب المعادن تتمتع عند هذا المدى من الطيف الكهرومغناطيسي .

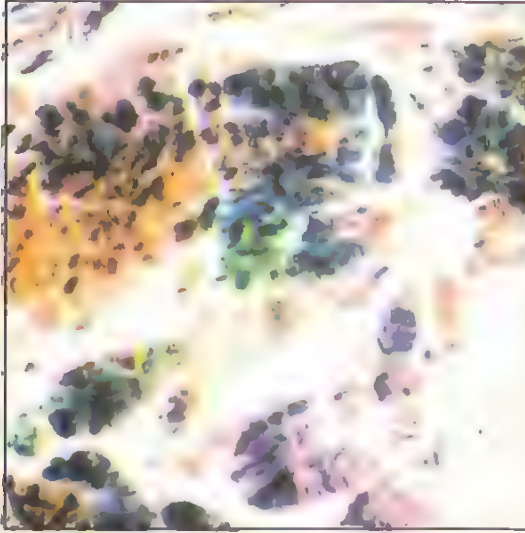
وقد استغلت هذه الحقيقة العلمية عند اختيار النطاقات السبع للاقط ثيماتكي في القمر الصناعي لاندسات - ٤ ، حيث أضيف النطاق السابع (٢,٣٥ - ٢,٨٠ ميكرون) مؤخرا ليسهل كشف العديد من المعادن التي تتمتع في هذا النطاق مثل الكاولينيت والكلورايت والسيراسيت والكاربونات ، مما ساعد في تحديد الكثير من المناطق المتمثلة .



● شكل (٣) سلوك المعادن الرئيسة في جبل صائد بالمملكة .



● شكل (٢) العلاقة بين طول الموجة وشدة الانعكاس لصخور متحطة وغير متحطة ومعادن .



مثال من المملكة

يعود الدرع العربي أحد الأماكن القليلة المناسبة لتطبيق تقنية الاستشعار عن بعد في اكتشاف مصادر الثروات الطبيعية، وذلك لتوفر المناخ المناسب وقلّة السحب في المنطقة ولتوفر الكثير من المناطق المتمعدنة بمختلف الخامات.

وقد أثبتت الدراسات والتجارب التي تمت على منطقة جبل صائد ومنطقة مهد الذهب

● صورة (٥) صورة محسنة لجبل صائد توضح حدود المناطق المتمعدنة.

بوجود الجوسان (Gossan) الذي يعرف على أنه ناتج تجوية (weathering) لأكاسيد حديد مغطاة برواسب معدنية كبريتيدية، ومن أهم الأكاسيد الموجودة فيه الهيماتيت (Hematite) والليمونيت (Limonite) والقوئيت (Goethite). وبجانب هذا الجبل توجد منطقة مجاورة تتكون غالبيتها من أكاسيد حديدية إضافة إلى الكثير من معادن الصلصال. وقد تعرضت المنطقة بصفة عامة للعديد من الحركات الأرضية مما نتج عنه عدد من الفوالق والصدوع، والتي من أهمها الفالق الشرقي، شكل (٤)، وتعد هذه المنطقة نموذج لنطاق المعادن المتحللة المرافق للخامات ودليل على وجودها تحت سطح الأرض.

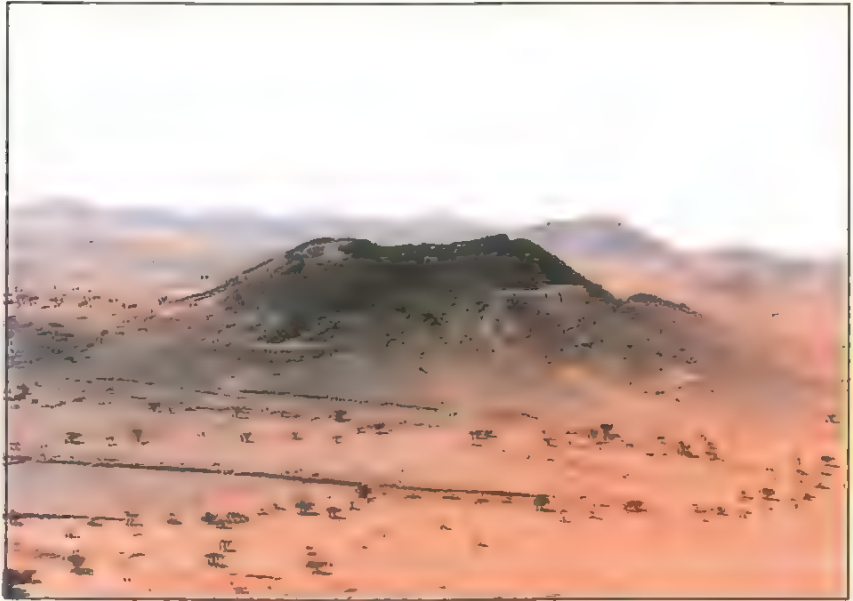
وقد أوضحت القيم الرقمية التي استخلصت من صورة القمر الصناعي لاندسات للمناطق الرئيسية في جبل صائد تواجد المعادن التي تمتص عند طول الموجة ٢، ٣ ميكرون من الطيف الكهرومغناطيسي، شكل (٣).

ويوضح الشكل العلاقة بين الأنواع المختلفة من مكونات السطح وانعكاس الطيف لكل منها، وعند ما تم عمل صورة للمنطقة باستخدام النطاقات ٢، ٥، ٧ على المرشحات الأزرق والأخضر والأحمر

نجاحا كبيرا في تحديد أماكن تواجد المعادن الطينية وأكاسيد الحديد، وقد تم عمل خريطة لهذه المنطقة أمكن بواسطتها تحديد علاقة تلك المعادن بالخام بدقة كبيرة، بل وأظهرت الصور مناطق جديدة تحتوي على المعادن المتحللة ونستعرض هنا بعض النتائج لمنطقة جبل صائد.

يقع جبل صائد، صورة (٤)، في جنوب شرق المدينة المنورة على مسافة ١٥٠ كم، ويعد أحد الأماكن الرئيسية لمعدن النحاس في المملكة، كما يتميز

تدل على توفر الخام بطريقة غير مباشرة، وهذا يعتمد على طرق المعالجة والتحليل، وتعد جميع طرق المعالجة والتحليل الرقمي للصور الفضائية - من تحسين وإبراز بعض الظواهر وتحديد الخصائص الطبيعية - مكملة لبعضها البعض في مجال تفسير أو إيجاد ظاهرة معينة أو تحديد الخصائص للمعدن أو الصخر. وكل ما يقوم به الباحث هو إبراز هذه المعادن المتحللة وتمييزها عن المناطق المجاورة باستخدام نطاقات مختلفة وتقنيات متعددة. ومن أشهر الطرق المطبقة استخدام النطاقات ٢، ٥، ٧ في المرشحات الأزرق والأخضر والأحمر على التوالي، والنطاقات ٢، ٤، ٧، إضافة إلى استخدام طرق المعالجة غير المتوافقة باستخدام نفس النطاقات (Decorelation Stretch) وكذلك استخدام الصور النسبية بين بعض النطاقات (Ratio Images) والتي تتم عادة بقسمة قيمة البيكسل لنطاق معين على قيمة البيكسل لنطاق آخر. ويمكن تكوين ثلاثة صور نسبية وإنتاج صور ملونة لمناطق تم تحديد المعادن فيها.

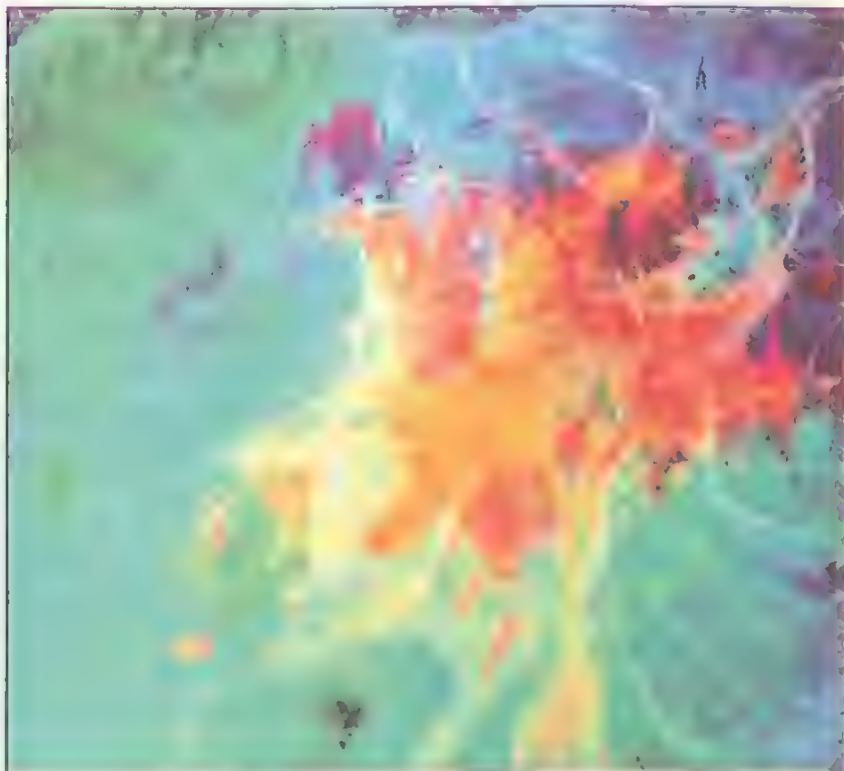


● صورة (٤) جبل صائد ويظهر اللون الأسود وجود أكاسيد مختلفة من الحديد.

الكشف عن المعادن

حولها . فاللون الأخضر يدل على أكاسيد الحديد واللون الأحمر يعني معادن الصلصال واللون الأصفر يعني خليط من أكاسيد الحديد ومعادن الصلصال ، ولا تظهر المناطق الأخرى أي دلالة على تواجد معادن ، شكل (٤) .

وقد أثبتت نتائج التحليل الكيميائي التي أجريت على عدد من العينات من المنطقة لمعرفة مكوناتها ونوعها وكذلك نتائج المسح الجيوفيزيائي ، والذي يقوم على تحديد أماكن تواجد الرواسب المعدنية بقياس المجال المغناطيسي، توفر خام النحاس في أربع تجمعات مختلفة ، وبمقارنة هذه النتائج مع نتائج تطبيق تقنية الإستشعار عن بعد نجد أنها متوافقة تماما ، بل إن استخدام تقنية الإستشعار عن بعد كان له دور هام في عمل خريطة متكاملة لنطاق المعادن المتحللة وأبعادها وأنواع المعادن التي بها .



● صورة (٦) المناطق المتمعدنة لجبل صائد تظهر أكثر وضوحاً باستخدام الصور النسبية لثلاث نطاقات.



● شكل (٤) خريطة جبل صائد توضح التقسيمات الأساس بعد تحليل الصورة (٦) .

على التوالي من القمر لاندسات ، وأخرى باستخدام نفس النطاقات ولكن بعمل تحسين للمقارنة غير المتوافقة ، أوضحت الصورة المنطقة المحتوية على الصخور المتحللة باللون الأخضر وأكاسيد الحديد باللون الأصفر ، وتحددت تماماً حدود المنطقة المتمعدنة التي يمكن إكمال الدراسات عليها وفصلها عن المنطقة غير المتمعدنة ، صورة (٥) .

ولتوضيح العلاقة بين محتويات المناطق المتحللة ولعمل خريطة لها تم إنتاج صورة محسنة باستخدام الصور النسبية تم عمل ثلاث صور نسبية بقسمة نطاق على آخر على النحو التالي :-

* نطاق ٢/٣ على المرشح الأخضر .

* نطاق ٤/٥ على المرشح الأزرق .

* نطاق ٧/٥ على المرشح الأحمر .

وتوضح الصورة (٦) إمكان استخدام هذه التقنية في عمل خريطة تصدّد المكونات لكل المنطقة المتمعدنة وما

الأرصاد الجوية

د. عبد الحكيم بدران

التي جمعتها أجهزة الاستشعار الآلية المركبة على الأرض، وفي الهواء (مناطيد)، ثم يعيد إرسالها إلى المحطات الأرضية.

وفي تطور آخر حلت أداة الاستشعار الجوية (Global Horizontal Sounding Technique - GHST) محل المحطة البحرية في وسط المحيط، وهي عبارة عن منطاد يحمل أجهزة القياس إلى مستويات مختلفة تحدها كمية الهيليوم التي تحقق في خزائنه.

ويمكن لهذه المناطيد أن تسبح في الهواء لعدة أشهر، مرسلّة المعلومات عن الجو وعن موقعها، ومقارنة بين المواقع المتتابعة، كما تعطي معلومات عن سرعة الرياح العالية واتجاهها.

ظهرت بعد ذلك أقمار أخرى مثل أقمار تطبيق التقنية (Application Technology Satellites - ATS) التابعة لوكالة الفضاء الأمريكية (ناسا). ومن هذه الأقمار خصص القمر (ATS III) لمراقبة الجو، وهو يعمل على ارتفاعات شاهقة (حوالي ٣٥ ألف كم) فوق سطح البحر. ويدور من مكانه فوق خط الإستواء بسرعة دوران الأرض وفي الإتجاه نفسه، مما يجعل موقعه ثابتاً بالنسبة للأرض. وقد كان ارتفاعه كافياً لإعطاء صوراً لأنماط السحب الرئيسية توضح خواص الجو مثل موقع التيارات النفاثة وقوة الأعاصير الحلزونية والرعدية.

وهناك أقمار ظهرت حديثاً مثل أقمار عمليات البيئة ذات المدار الثابت (Geostationary Operational Environmental Satellites - GOES) تتميز بقدرتها على الإنذار المبكر لحدوث الأعاصير القمعية (Tornados) بالإضافة إلى قدراتها الإستشعارية الأخرى.

وأخيراً ظهرت مجموعة الأقمار التابعة لإدارة الجو والمحيطات الوطنية (National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA) بالولايات المتحدة استفادت من تجارب مجموعة أقمار (Nimbus) التابعة لوكالة الفضاء الأمريكية، وهي أكثر تعقيداً من أقمار إدارة خدمة علوم البيئة (ESSA) وتحتوي أجهزة استشعارها على نظام الأشعة تحت الحمراء لقياس

على الرغم من أن الجو يبدو لنا شيئاً واضحاً ويمكن التعامل معه بسهولة، فإنه في الواقع يبدو أكثر تعقيداً، حيث تتداخل عوامل فيزيائية لها تأثيرات معقدة وصعبة التفسير تؤدي إلى تغيرات كبيرة في طبيعة الأجواء المتباعدة، كما أنها تحدد طبيعة المناخ في المناطق المختلفة.

السحب إضافة إلى معلومات عن الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من الأسطح المختلفة. ولكن هذه الأقمار كانت تبعد عن الأرض بمئات الأميال، مما جعل قوة تفريق الصورة متدنية (في حدود ٢-٥ أميال). ويعطي قياس الأشعة تحت الحمراء المعلومات التي يمكن الإستفادة منها في أغراض مختلفة، ولكن أهمها تحديد أنواع السحب التي تساعد بدورها على معرفة خواص الجو. كما أن مراقبة السحب توفر معلومات جوية عن التوقعات المختلفة في التغيرات الجوية، وعلى الرغم من أن هذه الأقمار لم تعمل بالكفاءة المطلوبة في مراقبة الأجواء لتدني قوة التفريق، إلا أنها أفادت في دراسات كثيرة غير جوية مثل السمات العامة للبيئة.

وفي تطور آخر للأقمار الصناعية أمكن الإستفادة من برنامج مجموعة (Nimbus) في الدراسات الجوية، حيث أطلق (Nimbus IV) في عام ١٩٧٠م، حاملاً كاميرات أكثر تطوراً مزودة بمجموعات متنوعة من أجهزة الاستشعار التي تعمل بالأشعة تحت الحمراء، لقياس درجة الحرارة والرطوبة (The Temperature Humidity Infrared Radiometer-THIR) وتعطي هذه الأجهزة المعلومات عن درجات الحرارة لأعلى السحب وسطح الأرض وعن محتوى طبقات الجو العليا من بخار الماء.

وتطورت أجهزة المراقبة التي تحملها الأقمار الصناعية خاصة جهاز الإرسال والإستقبال وتسجيل وتحديد الموقع (Interrogation Recording and Location System - IRLS)، فهو يستقبل المعلومات

منذ أن مارس الإنسان الزراعة وهو يحاول مراقبة الجو. وقد لجأ حديثاً إلى إنشاء محطات المراقبة في البر والبحر لجمع أكبر قدر من المعلومات تمكنه من توقع التغيرات الجوية، ومع التقدم العلمي والتقني وزيادة حاجة الإنسان لمعرفة التغيرات الجوية التي تجعله قادراً على التعامل مع أي تغير مفاجيء قد يضر به وبممتلكاته، استغل إمكانات الأقمار الصناعية بعد أن طورها وزودها بأجهزة المراقبة.

أقمار الأرصاد الجوية

ربما تكون مركبة الفضاء المستكشف (Explorer VI) التي أطلقت في عام ١٩٥٩م أول الأقمار التي استخدمت في مراقبة الجو، فقد استطاعت أن ترسل صوراً للسحب أمكن مشاهدتها على شاشة تلفزيونية، غير أن نظام المراقبة التلفزيوني بالأشعة تحت الحمراء (Television Infrared Observation System - TIROS) يعد حقيقة أكثر تطوراً في مراقبة أجواء الأرض، وهو يعمل كما يدل عليه الاسم باستخدام الأشعة تحت الحمراء.

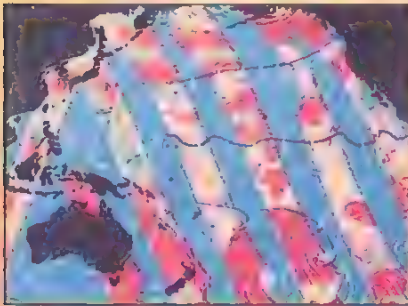
وفي عام ١٩٦٦م طورت إدارة خدمة البيئة (Environmental Science Service Administration-ESSA) بأمريكا أقماراً لهذا الغرض. وكانت هذه الأقمار تبث صوراً تلفزيونية إلى محطات الإستقبال الأرضية، وتوضح هذه الصور سطح الأرض وأنماط

قياسات حرارة السحب : الأحمر للرياح في الجزء العلوي من التروبوسفير (حتى ١٥ كم) والأزرق للمستويات المتوسطة ، والأخضر للرياح المنخفضة .

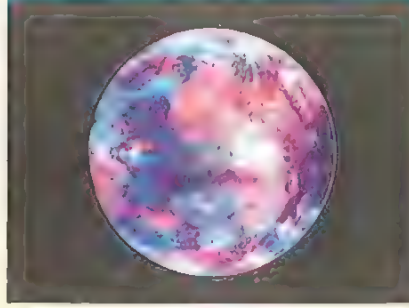
وفي الصورة (٤) يمكن الاستدلال على سرعة الرياح من خلال ألوان الصورة ، فالسرعة المنخفضة تظهر باللون الأخضر والأصفر ، أما السرعة العالية فتظهر باللون القرمزي والأحمر ، كما يشير اللون الأبيض إلى اتجاه سريان الرياح الذي يمتد إلى المناطق الزرقاء وهي المناطق التي تنقص فيها المعلومات .

تشير الأسهم في الصورة السابقة (٤) أيضا إلى أنظمة الضغط ، فالدوران ضد عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي يشير إلى أنظمة الضغط المنخفض ، بينما الدوران مع عقارب الساعة يشير إلى أنظمة الضغط المرتفع ، وينعكس اتجاه الدوران في نصف الكرة الجنوبي ، ويمكن رؤية إعصاري تيفون (Typhoon) بالقرب من اليابان ، كما يمكن رؤية نظامين للأعاصير الحلزونية (Cyclon) في جنوب المحيط الهادي ، وتوجد منطقة الضغط العالي فوق نيوزيلندا ، ويمكن ملاحظة العلاقة بين مناطق الضغط العالي وسرعة الرياح المنخفضة ، وأيضا العلاقة بين الضغط المنخفض والعواصف ، وبمقارنة الصور التي ترسلها أجهزة الرصد على مدى فترة معينة يمكن معرفة تغير أنماط الرياح وشكل العواصف .

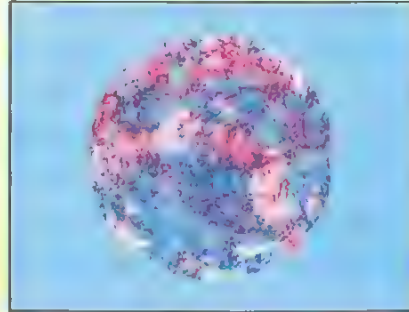
وتساعد المعلومات من هذا النوع في فهم أفضل الطرق التي يتغير بها دوران الهواء في طبقات الجو السفلي ، وذلك بعرض صورة تكتمل ملامحها على مدى فترة طويلة من المراقبة لتحقيقها المعلومات



● صورة (٤) .



● صورة (٢) .



● صورة (٣) .

الساحل الشمالي لاسكتلندا ، والجبال المرتفعة ، أما المنطقة الفاصلة بين تراكم السحب والسماء الصافية عند جنوب خليج بسكاي فهي عبارة عن جبهة رئيسة للرياح .
توضح الصورة (٢) لقطة سريعة لأنظمة الجو للوقت نفسه من العام ، ويغطي القمر الصناعي المناخي (Meteosat) نصف الكرة الأرضية ، وتتضح في الصورة سلسلة من أنظمة جبهات الرياح الرئيسية في شمال الأطلسي ، وسماء صافية فوق معظم الأراضي الصحراوية ، وعاصفتان دوارتان قرب جنوب أفريقيا ، وأيضا سحب ممطرة كثيفة فوق الغابات الإستوائية الممطرة في وسط أفريقيا وأمريكا اللاتينية .

● سرعة الرياح

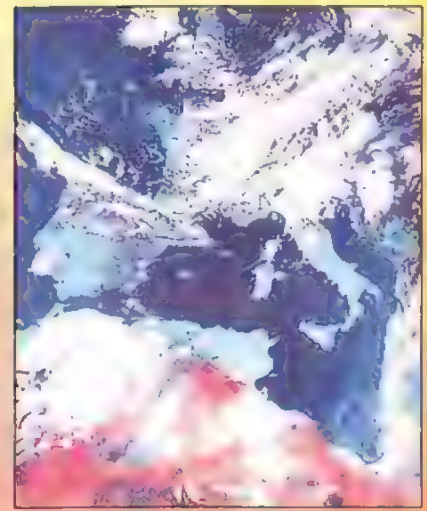
تقاس سرعة الرياح واتجاهاتها عن طريق تتبع مسارات السحب المنحرفة أو حركات بخار الماء التي يمكن رصدها على مدى فترة طويلة من الزمن ، ويتم ذلك على أسس منتظمة بواسطة المحطات الجوية ، والصورة (٢) عبارة عن خريطة لجزء من نصف الكرة الأرضية ، صورتها أقمار (Meteosat) ، وتشير الأسهم الرئيسية إلى سرعة الرياح (عدد الريش) واتجاهها . وتوضح الألوان ارتفاع الرياح كما تدل عليه

حرارة الأرض إضافة إلى جهاز مسح يعمل ليلا ونهارا ، وكاميرات تلافازية مطورة لمراقبة العواصف الشمسية .

تفسير صور الأقمار

تُستغل صور الأقمار الصناعية في معرفة أحوال الجو التي تتضمن وجود السحب وتوزيعها وكثافتها وأنظمة جبهات الرياح ، ودرجة الرطوبة ، ودرجات الحرارة ، ومناطق الضغط المختلفة وسقوط الأمطار... الخ . وسوف تبين لنا الصور التي سنشرحها فيما يأتي كيفية الوصول إلى المعلومات الجوية ، ويساعد الجمع بين هذه المعلومات وتلك التي نحصل عليها بالأجهزة العادية على توقع حالة الجو في الثمانية والأربعين ساعة القادمة . وبالطبع سوف تكون المعلومات التي نحصل عليها من صور الأقمار الصناعية أكثر تفصيلا من تلك التي نحصل عليها من الخرائط المناخية العادية .

توضح الصورة (١) تدفق السحب المتوازية مع اتجاه الرياح الشمالية ، إلا أن الصورة لا توضح النمط الحلزوني المعروف للسحب ، ومع ذلك فإنها توضح أن منطقة الأطلسي شمال اسكتلندا تغطي بمنطقة ضغط منخفض تؤثر فيه عوامل متداخلة معقدة . أما منطقة اسكتلندا فتتأثر بموجات السحب المتوازية التي تسير من الشرق إلى الغرب تقريبا ، وتقل الرياح في هذه المناطق بسبب تحكم



● صورة (١) .

وسان دييجو (٤) .

وقد ساعدت الأقمار الصناعية في معرفة وقت حدوث ظاهرة النينو (ElNino) ، وهي ظاهرة ترتفع فيها درجة الحرارة العادية للمياه تحت السطحية ، وفي عام ٨٢ - ١٩٨٣ م أدى النينو إلى رياح غير عادية على شاطئ البيرو أدت إلى ارتفاع درجة الحرارة بدرجتين أعلى من المعتاد فوق المياه الباردة ، وبذلك اختفت الأسماك على شاطئ البيرو التي يعد محصولها السمكي من أكبر المحاصيل في العالم ، واختفت الطيور التي كانت تتغذى على الأسماك ، واختفى معها الروث الذي تستخدمه البيرو في تسميد الأرض وبيع الكميات الكبيرة منه .

● التركيب الكيميائي للجو

لا يهتم علماء الجو بالعوامل الفيزيائية التي تؤثر فيه فقط ولكن أيضا بتركيبه الكيميائي ، وتعد درجة الرطوبة أهم عامل كيميائي بالنسبة للجو ، وهي بالطبع تعكس توزيع السحب ، وتدل أيضا على درجة حرارة الجو . وتوضح الصورة (٧) تأثير محتوى الرطوبة في الجو فوق نصف الكرة الشمالي . وفيها تظهر المناطق فوق الغابات الممطرة بإفريقيا وجنوب أمريكا واضحة لعدم وجود سحب وقت التقاط الصورة . وتمثل الإلتواءات في الصورة التغيرات في كمية الرطوبة التي تحتوي عليها كتل الهواء المختلفة ، حيث تعد تلك الإلتواءات الأساس الذي يمكن بواسطته تقدير سرعة الرياح واتجاهاتها كما هو موضح في الصورة (٣) .



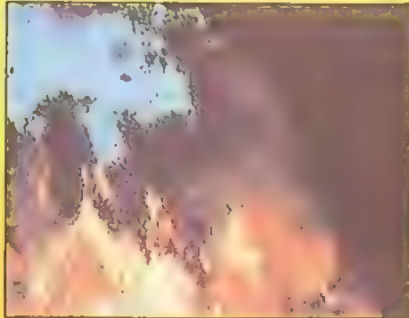
● صورة (٧) .

من الشمال والجنوب .

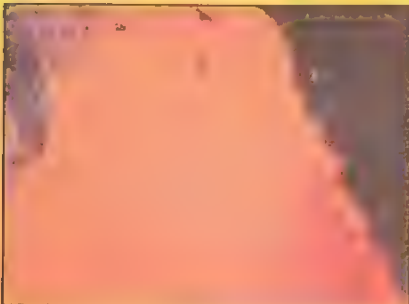
● حرارة الأرض والمحيط

أعطت الأجهزة المركبة على القمر الصناعي (NOAA-6) أول صورة لحرارة سطح الأرض في جميع أرجاء الكرة الأرضية على أساس المتوسطات الشهرية . ومن الأهمية بمكان معرفة درجة حرارة المحيطات باستمرار ، فهي التي تتحكم في مناخ المناطق البحرية وبالتالي فإن معرفة أنماطها بالتفصيل يمكن أن تؤدي إلى توقعات أكثر تقدما وواقعية ، يمكننا من خلالها معرفة تغير درجة حرارة الماء ، وتدفع الحرارة من منطقة لأخرى .

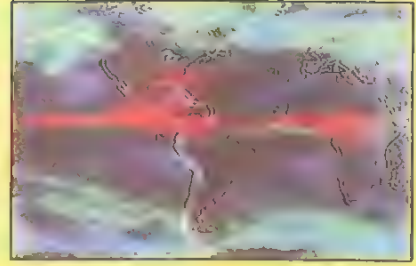
وتوضح الصورة (٦) بيانا أكثر تفصيلا عن درجة حرارة سطح البحر بالقرب من كاليفورنيا من يناير ١٩٨٢ م إلى يناير ١٩٨٣ م أرسلتها أجهزة الاستشعار الحرارية المركبة على القمر (NOAA-7 - AVHRR) ويعني اللون الأزرق منطقة باردة ، والأحمر منطقة أدفأ ، بينما المناطق البيضاء عبارة عن سحب ، وفي العادة يتدفق تيار بارد تجاه الجنوب (١) ، وتدفع الرياح الشمالية المياه بعيدا عن الساحل ليحل محلها المياه الباردة من الطبقات السفلى عند لوس انجلوس (٣)



● صورة (٦-١) .



● صورة (٦-ب) .



● صورة (٥) .

التقليدية ، وفي الواقع يمكن لمقياس الرادار الذي يدور حول الأرض إعادة توجيه السفن حتى تتجنب العواصف المتوقعة ، كما أنه يرسل إنذاره إلى الأرض التي يتجه إليها الإعصار .

● قياس ارتفاع السحب

تتحكم السحب في كميات الطاقة التي يحتفظ بها الجو ، حيث تعكس السحب المنخفضة الطاقة الشمسية ، وتساعد في تبريد الجو ، بينما السحب العالية تساعد في حبس الحرارة المنطلقة من الأرض وتسهم في عملية التسخين ، وتوضح الصورة (٥) مستوى ارتفاع السحب بالألوان المختلفة الأحمر والأخضر والأزرق للمستويات العالية أكثر من (٨ كم) ، والمتوسطة (٤ - ٨ كم) ، والمنخفضة (أقل من ٤ كم) على الترتيب .

ويدل بريق هذه الألوان الثلاثة على كثافة غطاء السحب ، وتمثل الصورة المتوسطة على مدى فترة شهر (يوليو ١٩٧٩ م) ، كما أعطتها قوة التفريق الكبيرة لوحدة الأشعة تحت الحمراء والميكروويف في قمر الأرصاد الجوية (NOAA 6) ، الذي يدور حول القطب ، وبذلك تمت لأول مرة رؤية أنماط حركة السحب العالية ، وترتبط السحب العالية فقط بالمناطق الحارة القريبة من منطقة التحول الدولية (International Converging Zone - ITCZ) .

وتمثل هذه المنطقة شريطا أحمر للسحب العالية يتجه إلى الشمال في بعض أجزائه ، ومن المثير حقا أنه في يناير تمتد مسارات السحب العالية من خط منطقة التحول الدولية إلى كل

عالم في سطور الزهرابي

في خياطة الجروح .

* أول من أشار إلى ضرورة ترك فتحة في رباط الجبس .

* أول من استخدم السنابير لاستئصال الزوائد اللحمية من الأنف .

* أول من وصف محقنة شرجية لحقن الأطفال .

* أول من استخدم آلة خافقية اللسان أثناء جراحة اللوزتين .

* أول من وصف مرض الناعور (عدم تخثر الدم عند الجروح) ووصف العقاقير اللازمة لعلاج .

* أول من استعمل قوالب خاصة لصنع الأقراص الدوائية .

* بحث في عمليات تحضير بعض العقاقير المعدنية والنباتية والحيوانية .

* طور فكرة استعمال الآلات الجراحية المصنوعة من الحديد أو الذهب أو النحاس .

● مؤلفاته

كتاب التعريف لمن عجز عن التأليف - وهو أهم كتبه - وقد تضمن حوالي ثلاثين مقالة أهمها :-

تركيب الأدوية ، تقسيم الأمراض ، وصف المعاجين ، أدوية القلب ، أدوية إدرار اللبن ، أدوية الزينة ، الأقراص المسهلة وغير المسهلة ، أدوية الفم والحلق ، أدوية الصدر والسعال ، الضماد ، صناعة المراهم ، الأدهان ومنافعها ، خواص الأدوية والأغذية ، الأطعمة التي تعطى للمريض ، وصف الأدوية المسهلة من الحبوب المرة ، الكي ، أدوية القيء والحقن ، الأدوية المسهلة اللذيذة الطعم ، صنع الأدوية ، تسمية العقاقير بلغات متعددة .

● المصدر :

أعلام علماء العرب والمسلمين في الطب
الدكتور : علي عبد الله الدفاع - ١٤٠٨ هـ - ١٩٨٧ م .

● الاسم : أبو القاسم بن عباس الزهرابي
اللقب : الزهرابي ، القرطبي (نسبة إلى قرطبة) ، أبو الجراحة ، الأنصاري (نسبة إلى أن أصله من المدينة المنورة) ، أستاذ الجراحة .

● تاريخ الميلاد : ٩٣٦ م - ٣٢٤ هـ .

● تاريخ الوفاة : ١٠١٢ م - ٤٠٤ هـ .

● مكان الميلاد : الزهراء (إحدى ضواحي قرطبة بالاندلس) .

● إنجازاته العلمية

* تطويره علم الجراحة باستحداث آلات جراحة بأشكال مختلفة .

* ممارسته فن التشريح للإستفادة منه في الجراحة .

* أول من استخدم مادة الصفراء في تعقيم آلات الجراحة (اتضح فيما بعد أنها تقتل بعض أنواع البكتيريا) .

* وصف مرض السرطان وصفا دقيقا وأشار إلى عدة طرق لعلاج .

* أول من وصف عملية تفتيت الحصوة في المثانة .

* علاج العديد من الحالات (شلل ، كسر فقرات الظهر ، ضيق الرحم ، الأسنان ، العيون ، الولادة ، الفتق ، الكسور ، الإنخلاع) .

* أول من استخدم المرأة لفحص المهبل ، وآلة لتوسيع باب الرحم .

* أول من استحدث استخدام الممرضات خصوصا في المرضى من النساء .

* من الأوائل في علم جراحة التجميل .

* أول من قام بربط شرايين الدم لمنع النزيف .

* أول من قام بتخييط الجروح بشكل داخلي .

* أول من استعمل خيوط أمعاء القطط

● قياس التلوث في الجو

أصبح اليوم قياس التلوث في طبقات الجو المختلفة ضرورة قصوى لمواجهة المشكلات البيئية التي قد تنجم عنه، ويجب أن تقاس الغازات النزرة في الجو عند مستوى الجزء في البليون ، وربما عند مستويات أقل من ذلك ، حتى تكون الصورة معبرة عن أدق التفاصيل .

وعلاوة على ذلك فإنه من الأهمية بمكان قياس مدى تغير درجة تركيزها في طبقات الجو المختلفة، ولقد أمكن قياس تركيز حامض النتريك باستخدام مطياف الأشعة تحت الحمراء (LIMS) الذي تحمله مركبة الفضاء (Nimbus-7) عند مستويات الجو المختلفة ، ويجب أن نعلم أن حامض النتريك لا يوجد في الجو نابعا عن مصادر التلوث بالأرض ، ولكنه يتولد نتيجة تفاعل كيميائوي بين النيتروجين والأكسجين عند مستويات مرتفعة ، وتدل درجة التركيز العالية عند القطب الشمالي على وجود كميات كبيرة من الجسيمات المشحونة ، بسبب وجود الأشعة فوق البنفسجية التي تسبب تكوين أكاسيد النتريك هناك .

● ثقب الأوزون

لا نستطيع أن نختم هذا المقال قبل أن نناقش مشكلة الأوزون التي تثير الكثير من الجدل ، فلقد وضع تماما للباحثين وجود ثقب الأوزون فوق القطب الجنوبي ، وذلك يشير إلى إنكماش طبقة الأوزون التي تعمل كدرع واق يحمي الكائنات الحية من الأشعة فوق البنفسجية ، وتلعب أجهزة المراقبة دورها في هذه الحالة أيضا ، ويقاس مطياف رسم خريطة الأوزون الكلي في الجو الذي تحمله (Nimbus-7) كمية الأوزون ، وتؤكد النتائج على وجود نقص في مستوى الأوزون في طبقة الاستراتوسفير ، حيث كان هذا المستوى ثابتا قبل عام ١٩٦٩ م ، ليصل إلى أقل مستوى له في السنوات ١٩٨٠ - ١٩٨٦ م ، والسبب في ذلك مازال غير معروف بالتأكيد ، ولكن البعض يرجح بأن مركبات النيتروجين ، وربما أيضا مركبات الكلوروفلوروكربون هي المسؤولة عن أحداث هذا النقص .



التلوث النفطي

يعد النفط (الزيت) من أهم مصادر الطاقة في العالم ، فهو عبارة عن خليط معقد يتكون بشكل أساس من المركبات الهيدروكربونية الموجودة في باطن الأرض على شكل سائل وغاز ، وتختلف الخواص الفيزيائية والكيميائية للنفط باختلاف أنواعه ، فالبعض منه ثقيل ولزج يحوي أعدادا كبيرة من ذرات الكربون ، والبعض الآخر خفيف يحوي أعدادا أقل نسبيا من ذرات الكربون ، كما أن نسبة الكبريت فيه تختلف من نوع إلى آخر ، وإضافة إلى الجزيئات الهيدروكربونية يوجد في الزيت كثير من الشوائب كالماء والأملاح ومركبات الحوامض والكبريت ، وهي الأخرى تختلف نسبتها من نوع إلى آخر وذلك بسبب العوامل التي أدت إلى تكوين كل نوع .

وعلى الرغم من أهمية النفط في عالم اليوم إلا أنه قد يؤدي إلى كوارث ومشاكل بيئية عند تسربه أو سكب في البحر ، حيث يحدث أضرارا جسيمة للحياة البحرية والبيئة .

وتختلف كميات التسرب النفطي حول العالم باختلاف مسببات وظروف التسرب ، وتتراوح في مجملها ما بين ٢,٢ إلى ٦,١ مليون طن متري في السنة ، أي بنسبة تتراوح ما بين ٠,١٪ إلى ٠,٢٪ من إنتاج العالم من النفط . ورغم أن هذه النسبة تعد طفيفة بالنسبة للإنتاج العالمي إلا أنها تشكل خطرا فعليا على البيئة التي تتسرب فيها .

تعود معظم التسربات النفطية في العالم إلى الحوادث التي تصيب الناقلات في البحر ، وإلى عمليات التفريغ والتنظيف التي تقوم بها تلك الناقلات ، ولقد وجد أن نسبة ٩٠٪ من كمية الزيت تتركز حول نقطة صغيرة من المنطقة التي حدث بها التسرب ثم تزداد المساحة تدريجيا بعد ذلك .

ويظهر الزيت عند سكبه أو تسربه في البحر على عدة أشكال ، ويمكن تصنيف ذلك حسب وصف الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (EPA) على النحو التالي :-

١ - طبقة سميكة مميزة بلون بني أو أسود تسمى سليك (Slick) .

٢ - طبقة رقيقة مميزة بلون فضي تسمى شين (Sheen) .

٣ - طبقة رقيقة جدا متعددة الألوان ترى على السطح وتسمى قوس قزح (Rain bow) .

ومن الصعوبة بمكان التمييز بين النوعين الأخيرين عند تطبيق تقنية الإستشعار عن بعد لكنهما موجودان بتلك الصفات عند دراسة التسربات النفطية .

ويكون الزيت عند اختلاطه بالماء وتبخره أشكالا هندسية مختلفة حسب مرحلة تسربه ، شكل (١) ، فعند اللحظات الأولى للتسرب تتكون بقع كبيرة من الزيت على شكل حلقات دائرية شبيهة بالفطيرة (Pancake) يكون تركيز الزيت فيها بالمنتصف ، ومع مرور الوقت تعصف الرياح هذه الحلقات وتشتتها على هيئة شظايا وبقع نفطية أصغر حجما ، وعندها يختلط الزيت مع الماء مكونا مستحلب بلون بني قاتم (Chocolete Mousses) ، ومع مرور الزمن تبدأ أجزاء كبيرة من الزيت في الانتشار تدريجيا على سطح الماء على شكل خطوط تتلاشى وتختفي ، وتعتمد عملية انتشار الزيت في الماء على لزوجته وسرعة الرياح ، فالزيت منخفض اللزوجة ينتشر بسرعة أعلى من الزيت عالي اللزوجة .

وتساعد عملية التبخر في التقليل من كمية الزيت المتسرب والمتبقي على السطح حيث أنه يعمل على تشتيت وتفريق الأجزاء الخفيفة والمتطايرة من المركبات الهيدروكربونية والذي تلعب فيه حرارة الجو وسرعة الرياح وخشونة سطح البحر دورا كبيرا . فمثلا في البيئة البحرية يتبخر البنزين بنسبة ١٠٠٪ ، وهذا بالطبع عائد إلى أن البنزين أكثر الأجزاء عرضة للتطاير ، بينما تصل نسبة التبخر في زيت الوقود إلى ٧٥٪ ، أما الزيت الخام فهي بين ٣٥ إلى ٥٠٪ .

ويتحلل جزء من الزيت عند اختلاطه بالماء

يشهد العالم بين فترة وأخرى العديد من الكوارث الطبيعية التي تخرج عن إرادة الإنسان وتديبره مثل الزلازل، البراكين، الفيضانات .. الخ، كما يشاهد الكوارث التي تكون بفعل الإنسان وتديبره، وكلا النوعين من الكوارث يمكن أن يقع في أي زمان ومكان على سطح الأرض، ويعود التلوث البترولي في أحداث الخليج عام ١٩٩١م نوعا من الكوارث غير الطبيعية حيث كان الإنسان المسبب الفعلي لها، وقد أحدثت تلك الكارثة أضرارا جسيمة بالبيئة خصوصا البيئة البحرية.

وبفضل من الله وحده، ثم نتيجة لتطور العلوم والتقنية وتوفير الإمكانيات بمختلف أشكالها فقد أسهمت تقنية الإستشعار عن بعد مع تضافر الجهود الحكومية الأخرى والهيئات والمنظمات الدولية والشركات في حماية المنشآت الحيوية في البلاد ومنشآت التحلية والتبريد وغيرها من منشآت وشواطئ ساحلية من الأضرار التي تحدثها مثل تلك الكوارث.

ولقد وفرت تقنية الإستشعار عن بعد البيانات والمعلومات اللازمة عن حجم وموقع البقع النفطية، وحركتها في الخليج وكانت عاملا فعلا وسريعا تم الإستعانة به في حماية ووقاية المناطق المختلفة من أضرار التسرب النفطي، ومن ثم في عمليات التنظيف للمناطق المتضررة.

مستمرة للكشف عن مزيد من تلك الإمكانيات .
٤ - الإستقطاب : يؤثر الإستقطاب (Polarization) بنوعيه الرأسي والأفقي على شكل معالم الصورة حيث أثبتت الدراسات أن الأجهزة الإستقطابية الرادارية الأفقية تتميز عن الأجهزة الرأسية عند رصد طبقات الزيت على الرغم من أن استخدام مجال الإستقطاب الرأسي في الرادار يفيد في رصد ومسح طبقات الزيت الصغيرة .

٥ - نوع الزيت : يظهر الزيت المتسرب في البحر إما على هيئة زيت خام ثقيل (جاف) وإما على هيئة زيت مكرر خفيف (منقى) حيث وجد أن رصد النوع الأول بوساطة تقنية الإستشعار عن بعد أسهل من رصد النوع الثاني .

٦ - سماكة الزيت : تعتمد درجة امتصاص الأشعة الكهرومغناطيسية للزيت تبعاً لسماكته، وقد تبين أن مجال الأشعة فوق البنفسجية والميكرويفية تعдан من أفضل المجالات الكهرومغناطيسية عند دراسة سماكة الزيت، ففي المجال المايكرويفي مثلاً فإن الزيت ذا السماكة المنخفضة نسبياً يمكن رصده بوساطة الأطوال الموجية القصيرة بينما يتم رصد الزيت ذي السمك العالي بالموجات الطويلة .

وبين الشكل (٢) العلاقة بين طيف الإشعاع والإنعكاس لكل من مياه البحر وطبقات رقيقة من الزيت الخام . ويتبين من الشكل أن الزيت يعطي انعكاس أعلى من المياه عند استخدام المجال فوق البنفسجي (أقل من ٠,٤ ميكرومتر) والمجال الإشعاعي تحت الأحمر ، بينما في المجال المرئي يكون بدرجة قليلة أعلى من المياه . ومما يجدر ذكره أن استخدام النطاق فوق البنفسجي في التوابع الصناعية غير ملائم عند دراسة تسرب الزيت نظراً للتأثيرات الجوية على الأشعة فوق البنفسجية المنعكسة ، ولذلك يفضل استخدام الطائرات - وعلى ارتفاع منخفض - بنفس النطاق (الأشعة فوق البنفسجية) لدراسة التسرب .

يحتاج قياس التسرب النفطي في المجال المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي إلى توافق دقيق بين أشعة الشمس وزاوية الرصد ، وقد أشارت بعض الدراسات بأن استخدام الطائرات يعطي تبايناً أقل في المجال الأخضر والأحمر بين الطول (٠,٥٥ - ٠,٥٨ ميكرومتر) وتباين أعلى عندما يكون الطول المرصدي أكثر من (٠,٦ ميكرومتر) ولهذا فإن تطبيق المجال المرئي في التمييز

الرادار بإرسال موجات كهرومغناطيسية للكشف عن التسرب . ويختلف إنعكاس تلك الأشعة أو التوقيع الطيفي (Signature) في نطاق الأشعة الكهرومغناطيسية المقاسة من بقعة زيت إلى أخرى وذلك يرجع إلى الأسباب الآتية :-

١ - حالات السطح : تؤثر خشونة السطح على الصفات الطيفية للزيت أثناء الرصد ، فكلما زادت خشونة السطح زادت نسبة امتصاص الموجات الطيفية

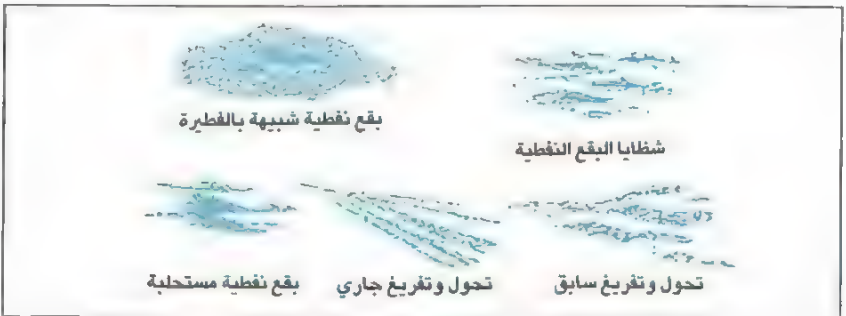
٢ - حالات الجو : تؤثر حالات الجو في عمليات الرصد بالأطوال الموجية المختلفة ما عدا مجال موجات الميكرويف (الرادار) .

٣ - نوع الأجهزة : تعد الأجهزة الفعالة (Active) مثل الرادار والتي تصدر طاقة ذاتية وتستلم الطاقات المرتدة متميزة عن غيرها في عمليات الرصد خصوصاً في الأحوال الجوية غير المناسبة (غيوم ، حرائق ، زوايا ترابية) أو أثناء الليل ، ورغم ذلك فإن الأجهزة غير الفعالة (Passive) ، والتي تعتمد على الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة والمنبعثة من سطح الأرض ، لها مجالات رصد مفيدة تستخدم فيها ، ولا زالت هناك دراسات

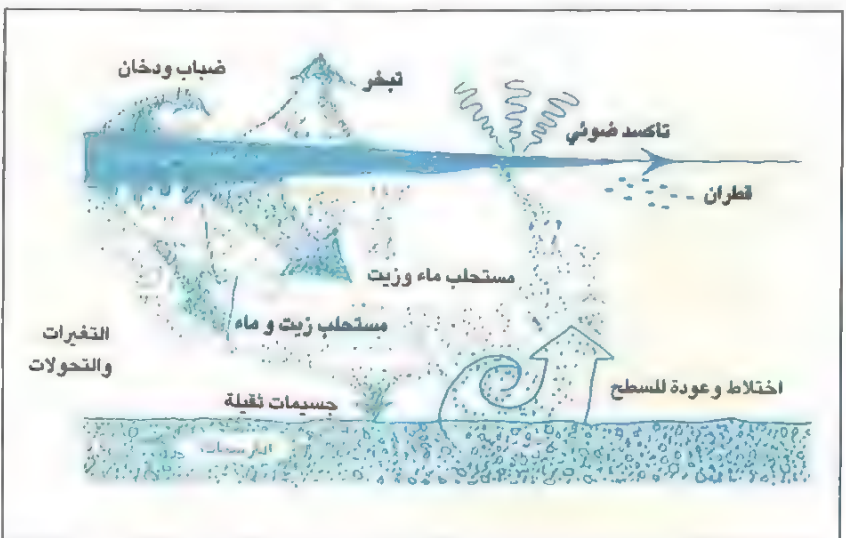
مكوناً جزئيات ذات كثافة أعلى من الماء ، شكل (٢) ، وسرعان ما تنزل هذه الجزئيات تحت سطح البحر مسببة تلوثاً لمياهه وملحقة الأضرار بالحياة البحرية (الشعب المرجانية ، الأعشاب ، الطيور والسلاحف والأسماك) . كما تتعدى أضرار التسرب في بعض الأحيان إلى الإنسان نتيجة تناوله مأكولات ملوثة . إلا أنه من المحتمل أن تساعد عملية التبخير لمكونات الزيت وسرعة إجراءات المكافحة في التقليل من تلك الأضرار .

طرق التعرف على التلوث

تعتمد طرق التعرف على ظاهرة التلوث بوساطة الإستشعار عن بعد على الرؤية الكاملة والشاملة التي توفرها التوابع الصناعية ، وكذلك على رؤية أقل بالنسبة للطائرات ، وفي كل الأحوال تقوم الأجهزة الإستشعارية غير الفعالة والمحمولة بوساطة التوابع الصناعية أو الطائرات بقياس الأشعة المنعكسة والمنبعثة من سطح البحر . كما تقوم بعض الأجهزة الإستشعارية الفعالة مثل



● شكل (١) أنواع البقع النفطية على سطح البحر .



● شكل (٢) نموذج لتحويل البقع النفطية وتحللها في البحر .

قيمة الصفرة (أسود) إلى القيمة ٢٥٥ (أبيض) في المقياس الرمادي ، وتم تطبيق تراكيب الألوان لثلاث نطاقات (١ ، ٢ ، ٧) وتوزيعها على مرشحات الألوان أزرق - أخضر - أحمر من أجل إظهار صورة مشابهة للطبيعة .

وتوضح الصورة (١) البقع النفطية (سليك) والتي أمكن تمييزها بتاريخ ١٥ فبراير باستخدام الخطوات السابقة عند تطبيق نطاق ٧ للأشعة تحت الحمراء والتي عكست الزيت وظهر بلون أحمر ، بينما امتص الزيت الطاقة في المجال الأزرق . (نطاق ١) والمجال الأخضر (نطاق ٢) ، أما المياه فكان الانعكاس عالياً نسبياً في النطاق ١ و ٢ ، بينما أصبح ضعيفاً في النطاق ٧ .

كما توضح صورة (٢) البقع النفطية (بالنطاق ٥) بتاريخ ٤ أبريل ، ويلاحظ أنها تجمعت في منطقة محصورة (داخل الدائرتين) ، كما يلاحظ كذلك اختلاف الانعكاس الطيفي للمجال تحت الأحمر بسبب اختلاف درجة ميلان زاوية الشمس (٣٥ درجة للفترة الأولى و ٥١ درجة للفترة الثانية) ، حيث يمكن مقارنة موقع وحركة البقع النفطية واتجاهها بين تلك الفترتين .

* طريقة التصنيفات المحكومة : وهي عبارة عن استخلاص المعلومات بواسطة تصنيف وحدات تكوين الصورة (بيكسل) إلى مجموعات لها صفات متشابهة حسب القيم الرقمية لتلك الوحدات ، وقد طبقت هذه الطريقة على نطاق (١ ، ٢ ، ٥ ، ٧) للفترة الأولى حيث أن تطبيقها للفترة الثانية يعد غير ملائم بسبب تأثير الغلاف الجوي ، وعند إجراء التصنيفات المحكومة فإنه ينبغي تحديد الفئات المؤهلة وكذلك تقدير نسبة الأخطاء المحتملة ، ومن ثم يتم تعيين الألوان المميزة وتصنيف كل فئة تبعاً لذلك ، وتتمثل المهمة

معدلات التبخر في الخليج العربي فإنه يعد عالي الملوحة حيث تبلغ نسبة الأملاح الذائبة فيه ما بين ٣,٧٪ إلى ٤٪ ، ولقد جرى تطبيق تقنية الاستشعار عن بعد للمنطقة المحصورة بين خطي عرض ٢٠ - ٢٧ درجة و ٢٨ - ٤٨ درجة شمالاً ، وخطي طول ٤٠ - ٤٨ درجة و ٢٥ - ٤٩ درجة شرقاً ، وهي تشمل مناطق رأس السفانية إلى رأس أبو علي مروراً بمناطق منيفة - تنجيب ، شكل (٤) .

● الدراسة التحليلية

تم الاستفادة من بيانات التابع الأمريكي لاندسات - ٥ وما يحويه جهاز الماسح التماثلي (TM) من نطاقات طيفية مفيدة في هذا المجال ، وقد لوحظ أن هناك اختلافاً واضحاً بين الأشعة الكهرومغناطيسية المنبعثة من الزيت والماء وفقاً للمجال الكهرومغناطيسي المستخدم وزاوية الرصد وتركيز الإشعاع الشمسي وزاويته وسمات المياه الموجودة تحت الزيت .

ولقد تم معالجة وتحليل مرحلتين للرصد حيث أخذت التغطية الأولى بتاريخ ١٥ فبراير ١٩٩١ م والثانية بتاريخ ٤ أبريل ١٩٩١ م ، أما الفترة الواقعة بين هاتين المرحلتين فكانت غير ملائمة ومفيدة ، وقد طبق مجال الأشعة تحت الحمراء المتوسطة في النطاقين ٧ و ٥ (١,٥٥ - ٢,٣٥ ميكرومتر) على كلتا الحالتين ، وتتلخص طرق التحليل التي نفذت بواسطة الحاسب الآلي على ما يلي :-

* طريقة تعزيز التباين بالشدة الخطي: وهي عملية يتم فيها تحويل المعطيات والمعلومات الرقمية إلى شكل قابل للتفسير بصرياً من خلال نشر وتوزيع كثافة الطاقة المنعكسة (على هيئة قيم عددية) لوحداث تكوين الصورة أو الخلايا (بيكسل) تمتد من

بين الزيت والمياه يعد ضعيفاً .

أما في المجال الأحمر الحاراري من الطيف الكهرومغناطيسي (٨ - ١٤ ميكرومتر) فإن الزيت يظهر - وفي حدود ضيقة - أبرد من المياه المحيطة به ، وهذا عائد إلى أن الإنبعاثية الحرارية (Thermal emission) للزيت أقل من الماء ، ولذلك ينتج اختلاف في درجة الحرارة يقع بين ١ إلى ٣ درجات كلفن حرارية ، على أنه ليس من السهل رصد كل الزيت المتسرب بدرجة عالية اعتماداً على اختلاف الحرارة وذلك بسبب صعوبات تكمن في أن طرق رصد الزيت بالموجبات الكهرومغناطيسية تتأثر بعوامل العزل الشمسي وزاويته ، ونوع الزيت ، وكثافته وتاريخ حدوث التسرب .

دراسة التلوث البترولي

كان للمركز السعودي للإستشعار عن بعد بمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية دور كبير في متابعة كارثة تلوث الخليج بالزيت أولاً بأول مروراً باستلام بيانات التوابع الصناعية إلى إعداد التحاليل والمعالجات المختلفة ، ومن ثم إلى المراحل الأخيرة والنهائية في تقديم البيانات والمعلومات للجهات ذات الشأن .

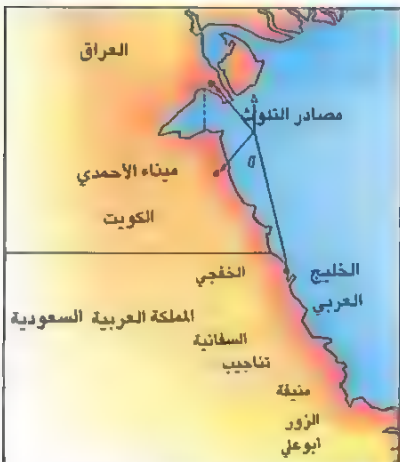
● بداية التسرب النفطي

بتاريخ ١٩ يناير ١٩٩١ م ظهرت لأول مرة بقع نفطية كبيرة بطول ١٢ كلم وعرض ١٢ كلم على طول الساحل الكويتي وبالتحديد حول ميناء الأحمدى وقد تم رصد التسرب النفطي بواسطة توابع الأرصاد الجوية نوا (NOAA) وكذلك التابع لاندسات ٥ (Landsat-5) ، وتركزت مصادر التلوث في الأماكن التالية :-

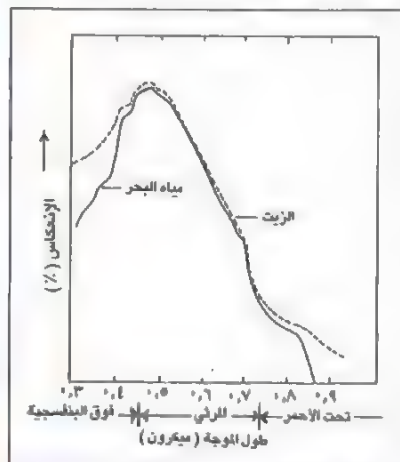
- ١ - ميناء الأحمدى .
 - ٢ - ميناء البكر .
 - ٣ - ناقلات نفط حول المينائين المذكورين .
 - ٤ - خزانات النفط في الخفجي .
- ويوضح شكل (٤) الأماكن المتأثرة بالتسرب النفطي المذكورة سابقاً .

● منطقة التلوث

تمتد منطقة التلوث في الخليج من شمال الشواطئ الكويتية إلى الشواطئ السعودية مروراً بالخفجي - جزيرة أبو علي - وغيرها من الشواطئ الساحلية في الخليج العربي ، والخليج العربي عبارة عن بحر شبه مغلق طوله ألف كم وعرضه مائتان وخمسون كم وعمقه يتراوح ما بين ٣٥ م إلى ١٠٠ م حيث يزداد كلما اتجهنا شرقاً . ونظراً لارتفاع



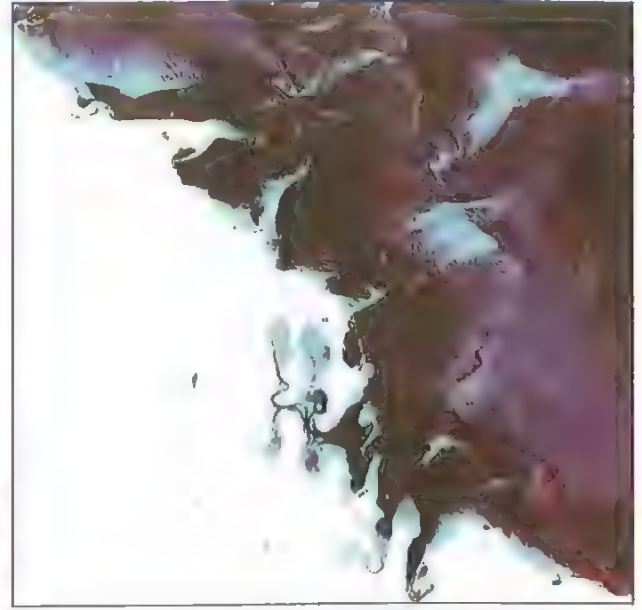
● شكل (٤) أماكن التلوث النفطي بالخليج العربي .



● شكل (٣) طيف الإشعاع والانعكاس للبحر والزيت .



● صورة (٢) البقع النفطية في الخليج العربي (داخل دائرتين) بالنطاق ٥ بتاريخ ٤/٤/١٩٩١م.



● صورة (١) البقع النفطية في الخليج العربي (اللون الأحمر) بالنطاق ٧ بتاريخ ١٥/٢/١٩٩١م.

فترة التلوث .
وخلص القول أن تقنية الاستشعار عن بعد تعد أداة فعالة وسريعة في معرفة مشاكل البيئة والمخاطر التي تحيط بها على الأرض وفي البحار، ولا يمكن إيضاح ذلك إلا بوساطة التتابع الصناعية والطائرات، ولذلك فإن توفر تقنية متطورة يعد مهم ليس فقط في المحافظة على البيئة، بل لمراقبة السواحل البحرية وناقلات النفط التي تجوب المنطقة وتلوثها.

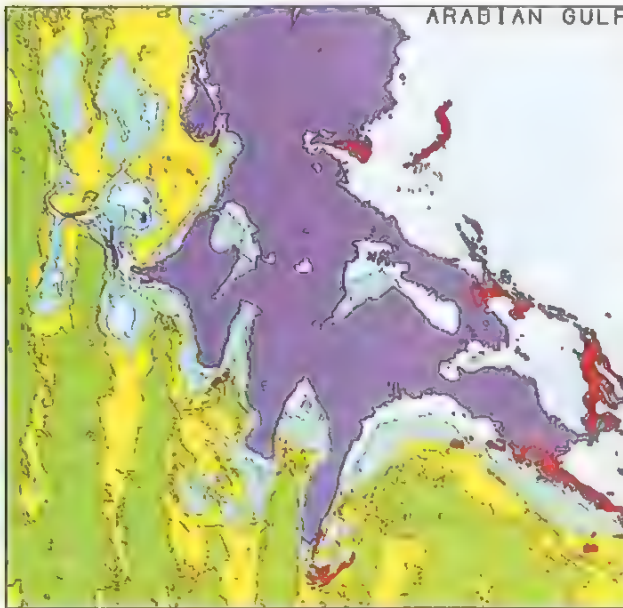
وجد أنها تتحرك جنوباً بسبب الرياح الشمالية الغربية السائدة خلال تلك الفترة من السنة، وتتراوح سرعة البقع النفطية خلال تلك الفترة بين ٦ كم إلى أكثر من ٢٠ كم في اليوم وذلك حسب حركة الرياح .
ولقد كانت المساحة الأولية المقدرة بتاريخ ٢٤ يناير ١٩٩١م حوالي ٢٠٠ كم^٢ ثم تقلصت إلى ٢٠ كم^٢ وتدرجياً إلى ١٠ كم^٢، أما في تاريخ ٤ أبريل فقد كانت البقع النفطية تتحرك باتجاه الجنوب عبر مناطق السفانية - تنجيب، كما أن تلويثها يتأثر

الرئيسية في هذه العملية في التحكم بالمتغيرات الطبيعية وحالة التداخل بين الفئات المصنفة من خلال استراتيجية إحصائية ملائمة، ويعتمد تصنيف الوحدات غير المعروفة على حسابات تشمل التنوعات وترابطها بالنسبة للفئات الطيفية وانعكاساتها، أما الوحدة المكونة للصورة فهي مؤهلة لأن تنظم إلى أحد الفئات عندما تقع كثافة الوحدة على مسافة معينة من معدل قيم تلك الفئة، وفي حالة أن الوحدة مؤهلة لأكثر من فئة فإن نظرية (Full Bayesian) والتي تحدد الاحتمالات الرياضية تطبق لتعيين موقع تلك الفئة .

وأخيراً تم استخدام مرشح بمقاس (٣ × ٣) لإبراز وزيادة التباين في تحديد ست فئات مصنفة تم التوصل لها عن طريق الخطوات السابقة، صورة (٣)، وتشتمل تلك الفئات على الآتي :-

- ١ - البقع النفطية (بلون أحمر) .
- ٢ - مياه صافية (بلون أزرق غامق) .
- ٣ - مياه عكرة (بلون أزرق فاتح) .
- ٤ - أرض سبخة (بلون أصفر) .
- ٥ - أرض رملية (بلون أخضر) .
- ٦ - غير مصنفة (بلون بين الأزرق الفاتح والغامق) .

حسنت طريقة التصنيفات المحكومة من وضوح رصد التلوث، وقد تمت دراسة البقع النفطية وكان أغلبها يتمركز قرب وحول المنطقة بين المياه الصافية والعكرة، كما تمت مراقبه حركة البقع النفطية وتواجدها حيث



● صورة (٣) التصنيفات الستة المحكومة لجزء من المنطقة المتأثرة بالتلوث النفطي في الخليج العربي .

بمؤاميل مثل المد والجزر والأمواج أكثر من تأثرها بالتيارات العكسية السائدة في الخليج، ولقد ساعدت طبيعة الأرض في تلك المنطقة في تكوين عائق طبيعي لصد وإيقاف حركة البقع النفطية، يضاف إلى ذلك أن عمليات الشطف والتنظيف والتي شملت وضع حواجز بلاستيكية اعتراضية وبناء مصدات وحواجز مطاطية وغيرها من طرق التنظيف والمكافحة قد ساعدت على اختصار

الشمس على الماء

في دراسة المياه

د . علي بن سعد الطخيس

للمياه أهمية كبرى سواء كانت مياه سطحية أم جوفية فهي أساس الحياة على هذا الكوكب ، وصدق الله العظيم حيث يقول في محكم كتابه : ﴿ وجعلنا من الماء كل شيء حي ﴾ الآية (٣٠) سورة الانبياء . فقد يعيش الإنسان عدة ايام بدون طعام . ولكنه لا يستطيع العيش لفترة اطول بدون ماء .

والإنسان يبحث عن مصادر المياه منذ أن وجد على سطح هذه الأرض ، حيث ازداد الطلب عليها مع زيادة عدد السكان .. ولا شك أن الإنسان على مر الأيام طور طرق اكتشاف ومعرفة أماكن تواجدها وكيفية تكوينها وعلى الأخص المياه الجوفية .

تتطلب معرفة كيفية تكون المياه السطحية والجوفية وطبيعة وجودها معرفة فهم الدورة المائية الهيدرولوجية (Hydrologic Cycle) لأن الماء أهم مادة في هذه الدورة ، لذا يلزم لفهم طبيعة وجود المياه الجوفية في باطن الأرض الإلمام بخصائص الصخور المحتضنة لها مثل أنواعها وبيئات ترسيبها ومساميتها ونفاذيتها وميلها وامتدادها ، إضافة إلى الخصائص الجيومورفولوجية لسطح الأرض مثل الأودية والهضاب والجبال والسهول .

ويجدر بالذكر أن المياه الجوفية تكون عادة موجودة في إحد موضعين هما :-

* طبقات الصخور الرسوبية حيث تعتمد كميتها ونوعيتها بشكل رئيس على خصائص حبيباتها - إن كانت رملية - مثل مساميتها

ونفاذيتها ، كما تعتمد على الشقوق والفواصل والفتحات والتجاويف ومدى اتصالها مع بعض إن كانت صخوراً جيرية .

* الصخور النارية أو المتحولة وهذه عادة تكون كمياتها قليلة وتعتمد على كثافة مطول الأمطار السنوية وتكرار حدوثها وعلى مدى توفر التشققات والتصدعات ، وعلى وجود النطاقات المتأثرة بعوامل التجوية .

وقد تركزت الإهتمامات في المناطق الجافة وشبه الجافة ، حيث تندر الأنهار والبحيرات العذبة ، على البحث عن المياه الجوفية المخزنة في طبقات الأرض ، وتتلخص الطرق التقليدية المستخدمة لاستكشاف المياه الجوفية في الآتي:-

* الطرق الجيولوجية والهيدروجيولوجية بأنواعها .

* الطرق الجيوفيزيائية بأنواعها .

أنواع المياه

تنقسم المياه من حيث تواجدها

إلى قسمين:-

● المياه السطحية (Surface Water) : وهي المياه التي يمكن رؤيتها مباشرة كالموجودة بالبحيرات ، والأنهار ، وخلف السدود ، وفي البرك ، والخزانات المكشوفة أو على شكل ثلوج فوق قمم الجبال وأهم مصادر هذه المياه الأمطار .

● المياه الجوفية (Groundwater) : وهي التي لا يمكن رؤيتها مباشرة ، وهذه المياه موجودة داخل الطبقات الأرضية التي تتميز بمقدرتها على تخزين ونفاذ ونقل المياه ، وبعض هذه المياه قد توجد بالطبقات منذ ملايين السنين والبعض الآخر تسرب إلى تلك الطبقات بفعل الأمطار بطريقة أو بأخرى ، ويوضح الشكل (١) الأماكن التي يمكن أن

تتواجد فيها المياه الجوفية .

ويمكن تصنيف المياه الجوفية من حيث أصلها ومنشأها إلى ما يلي :-

* مياه جوية (Meteoric Water) : وهي المياه المتواجدة بالغلاف الجوي .

* مياه حبيسة أو أحفورية (Connate or Fossil Water) : وهي المياه المخزنة منذ فترة زمنية جيولوجية قديمة (ملايين السنين) في الصخور ذات الخصائص المناسبة ، وليس لهذا الماء أي اتصال بالغلاف الجوي .

* الماء الصهاري (Magmatic Water) : وهي المياه المشتقة من المادة الصخرية المذابة في باطن الأرض .

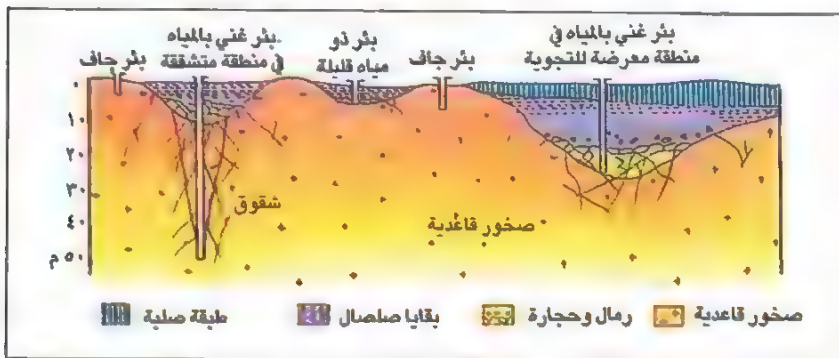
* الماء الجوفي (Plutonic Water) : وهذه المياه مشتقة من الصهارة الصخرية على أعماق بعيدة .

* الماء الحديث أو الجوي (Juvenile Water) : وهي المياه التي ابتدأت حديثاً في الدورة الجوية ولم تكن في يوم من الأيام جزءاً من الغلاف المائي .

* المياه المتحولة (Metamorphic Water) : وهي المياه الموجودة في الصخور أثناء تحولها .

دراسة المياه

فتحت تقنية غزو الفضاء باباً واسعاً أمام الباحثين كل حسب اختصاصه ، فالأقمار الصناعية التي انطلقت في الفضاء قبل أكثر من عقدين من الزمن مكنت الباحثين والعلماء من الحصول على كم هائل من المعلومات من خلال ما يعرف بالاستشعار عن بعد والذي أصبح بحق من أحدث فروع العلوم التطبيقية . يمكن أن تكون تقنية الاستشعار عن بعد أداة فعالة ومفيدة في دراسة مصادر المياه ،



● شكل (١) قطاع لأماكن تواجد المياه الجوفية في الصخور القاعدية.

التي تجري في الأودية، وبالتالي معرفة حجم ما قد يغذي الطبقات من مياه السيول .

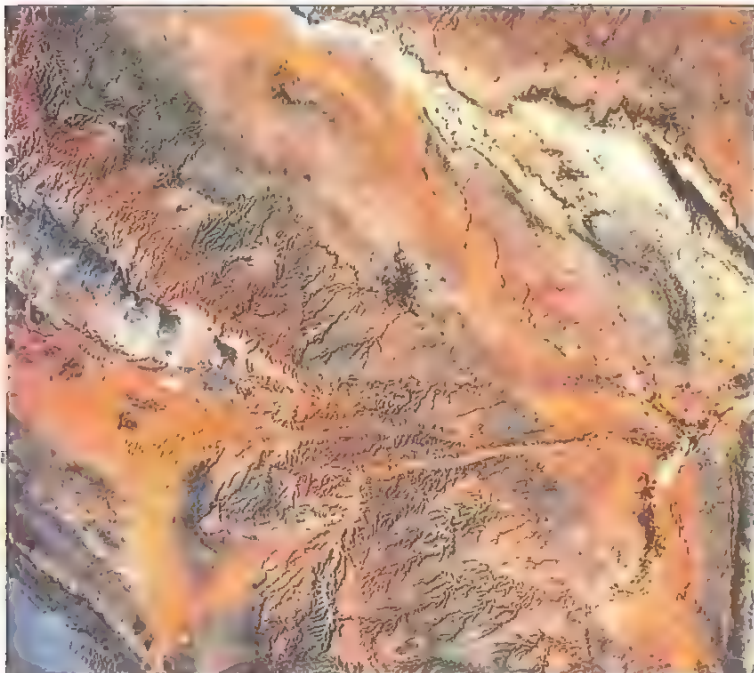
* تقدير ملوحة المياه الجوفية الضحلة من خلال السبخات الملحية الظاهرة على سطح الأرض، وتحديد مواقع ونوعية وكثافة بعض النباتات التي تنمو في وجود المياه المالحة .

* الإستدلال على وجود بعض النباتات الصحراوية المعروفة مثل الفريوفايث (Phreatophytes) التي تمتاز بأن جذورها تنفوس في أعماق الأرض لتصل إلى مستويات المياه الضحلة ، وكذلك نباتات الزيروفايث (Xerophytes) التي تنتشر جذورها لأعماق ضحلة ، ونباتات الصفصاف (willow) وغيرها من النباتات الصحراوية التي يمكن أن يكون وجودها مؤشرا جيدا لوجود المياه الجوفية الضحلة .

* الكشف عن وجود المياه الجوفية بالصخور النارية والمتحولة (صخور القاعدة المركبة) لاعتمادها اعتمادا مباشرا على تواجد الشقوق والفواصل والقواطع الرأسية والصدوع . وكذلك في المناطق المتأثرة بعوامل التجوية (Weathering Zones) التي تزداد فيها نفاذية الصخور .. وقد أصبح من السهل تمييز هذه التراكيب وتحديداتها عن طريق الإستشعار عن بعد .

وفي مجال الكشف عن المياه في المملكة تمت الإستعانة بالإستشعار عن بعد حيث قامت وزارة الزراعة والمياه باستخدام هذه التقنية في العديد من الدراسات الجيولوجية والهيدروجيولوجية وبحوث التربة ، بالإضافة إلى أن مراكز البحوث في الجامعات قد قامت بدور بارز في هذا المضمار .

● صورة فضائية لأنماط وأشكال الأودية لمنطقة الرياض.



ومراقبتها من حيث طول المجرى وعرضه وعمقه وخشونة سطحه ودرجة ترسب الطمي فيه ونحت وتآكل ضفافه .

* الحصول على نظرة شاملة لتأثير الفيضانات والدمار الذي تخلفه عند حدوثها في منطقة ما ، كما يمكن أيضا تقييم أوضاع المناطق المتأثرة بالجفاف .

* تحديد أعماق المياه الصافية الضحلة من خلال تقنية امتصاص الضوء .

* الكشف عن الينابيع الحارة والينابيع الموجودة داخل البحر .

* دراسة الأحوال الجوية من أمطار وحرارة ورياح وثلوج ونحو ذلك وتوقع التغيرات التي قد تطرأ عليها .

* معرفة مناطق تجمع الثلوج ومساحاتها وتقييم زمن ومعدل ذوبانها ، كذلك رسم خرائط لخطوط امتداد الثلوج ومتابعتها باستمرار .

* تحديد أنسب المواقع لإنشاء السدود بعد إجراء دراسات حقلية تأكيدية لها.

● المياه الجوفية

يمكن الكشف عن المياه الجوفية مباشرة في حالات عدة من خلال تحديد مواقع الينابيع على الصور الفضائية سواء كانت داخل البحار أم على اليابسة ، وكذلك تحديد المناطق التي تتسرب منها المياه الجوفية إلى سطح الأرض عن طريق الصدوع أو غير ذلك من التراكيب الجيولوجية . أما الطرق غير المباشرة لاستكشاف المياه الجوفية ، بالإضافة إلى الطرق التقليدية السابق ذكرها ، فإن تقنية الإستشعار عن بعد ذات فائدة عظيمة من خلال الآتي :-

* الكشف عن التراكيب

الجيولوجية الإقليمية

وتتبعها ومن ثم رسمها

على خرائط جيولوجية ،

وبذلك يمكن تحديد أنواع

الصخور المؤهلة لأن

تكون حاملة للمياه .

* تفسير الأشكال

الجيومورفولوجية

الظاهرة على سطح

الأرض وأشكال وأنماط

أنظمة صرف المياه

(Drainage systems) ،

ومن ذلك يمكن تقدير

السيول والفيضانات

لكن ذلك يتطلب أن يكون لدى الباحث خبرة جيدة بعلم المياه ، لأن التجارب أثبتت أن الباحثين الذين يمتلكون خبرة في تفسير الصور الفضائية - حتى لو كانوا خبراء في معالجة المعلومات - قد يرتكبون أخطاءاً جسيمة في تفسير هذه الصور إذا كان فهمهم وإدراكهم للظواهر الجيولوجية والبيئات الطبيعية محدود.

نظرا للعلاقة الوثيقة بين دراسة مصادر المياه والتعرف عليها ومعرفة جيولوجية منطقة الدراسة فإن استخدام تقنية الإستشعار عن بعد في تفسير الظواهر الجيولوجية أمر في غاية الأهمية ، بالإضافة إلى البيانات الحقلية فإن المعلومات التي يمكن الحصول عليها من تفسير وتحليل الصور الفضائية تمكننا من تحقيق الآتي :-

* التعرف على الوحدات الصخرية (Lithologic Units) حيث يمكن تمييز وتحديد أنواع الصخور سواء كانت رسوبية أم نارية أم متحولة ، وبالتالي يمكن معرفة أقوى الاحتمالات لتواجد المياه في هذه الصخور ، وأخيرا رسم هذه الوحدات على خرائط جيولوجية .

* التعرف على البنيات الخطية في الطبقات (Lineaments) ، وميلها (Dip) ، والاتجاه الأفقي لها (Strike) ، وكذلك بالإمكان تمييز التراكيب الجيولوجية المختلفة كالصدوع والطيات والشقوق والفوالق البركانية والقواطع الرأسية .

ومما يجدر ذكره أن كل عنصر من هذه العناصر له علاقة مباشرة أو غير مباشرة بتواجد المياه السطحية منها أو الجوفية . ويمكن الإستفادة من تقنية الإستشعار عن بعد في دراسة المياه على النحو التالي :-

● المياه السطحية

تكن أهمية الإستشعار عن بعد في دراسة المياه السطحية في العديد من التطبيقات منها :-

* تحديد وحصر المواقع التي تتجمع بها المياه كالبحيرات والخزانات والمناطق المنخفضة التي تتجمع بها السيول ، ويمكن التعرف عليها مباشرة من الصور الفضائية ، كما يمكن أيضا تحديد مساحات هذه المواقع ومعرفة التغيرات الموسمية التي قد تطرأ على حجم المياه الموجودة فيها .

* تتبع ورسم أنماط وأشكال مناطق تصريف المياه (Drainage Patterns) كالأودية والأنهار والقنوات ، كما أنه بالإمكان تتبع مساراتها

تطبيقات الاستشعار عن بعد

في الزراعة

أ. أحمد محمد أبو عطوي

رطوبة أو جفاف التربة والنباتات ، وهذا يفيد في اكتشاف النباتات الذابلة أو قليلة المحتوى المائي بسبب قلة مياه الري ، ومن ثم اتخاذ الإجراءات اللازمة لإنقاذ المحصول أو النبات قبل موته ، وفي هذا الصدد تمكن إدسوتال (Idsoetal) عام ١٩٧٧م من إيجاد معادلات رياضية خاصة بتوقعات إنتاج وغلة المحاصيل اعتماداً على ما يسمى بدرجة الإجهاد اليومي (SDD - Stress Degree Day) والتي أمكنه الحصول عليها عن طريق قياسات الأشعة الحرارية للنباتات .

من الصور المستخدمة في إبراز المعلومات الزراعية صور اللواقط متعددة الأطياف التي منها اللاقط (MSS) واللاقط (TM) وإذ يمكن عن طريقهما استخدام العديد من النطاقات (Bands) في مجال الأشعة الكهرومغناطيسية لتبيين وتفريق الاختلافات بين الأجسام والظواهر سواء كانت نباتية أم صخرية اعتماداً على الانعكاسات الطيفية في كل نطاق من نطاقات الأشعة الكهرومغناطيسية . كذلك تمكن كل من رود و السون (Rohde and Olson) عام ١٩٧٢م من إجراء دراسة لعملية تنظيم قطع الأخشاب في غابات ولاية ميتشغن في الولايات المتحدة الأمريكية اعتماداً على الانعكاسات الطيفية الملتقطة لستة نطاقات طيفية بين طول موجي يتراوح ما بين ٤. إلى ١ ميكرون .

في مجال حالة النبات الصحية تمكن كل من إدواردز و شيشل و شارم (Edwards, Schehl and Charne) من إجراء دراسة لكشف أمراض النباتات في ولاية فلوريدا الأمريكية اعتماداً على الانعكاسات الطيفية لستة نطاقات في مجال الأشعة الكهرومغناطيسية ، وقد تبين من ذلك أن المعلومات الملتقطة في مجال الطيف ٨٢. - ٨٨. ميكرون من أفضل النطاقات لمثل هذا النوع من الدراسة .

الأطياف المنعكسة

تعتمد كثافة الأشعة المنعكسة من النباتات على الطول الموجي للنطاق المستخدم ، وكذلك على المكونات الأساس للغطاء النباتي مثل مادة

واجهت القائمين والمهتمين بدراسة النباتات والمزروعات العديد من المشاكل والصعوبات وذلك نظراً لإتساع رقعة الحقول الزراعية المختلفة ، من أهم تلك الصعوبات صعوبة مراقبة المحاصيل الزراعية ودراسة حالتها وما قد يطرأ عليها من تغيرات خلال فترات نموها سواء كانت تلك التغيرات ناتجة عن نقص في مياه الري أم في عناصر التربة الغذائية الهامة للنبات ، فضلاً عما قد يحتاج تلك الحقول من آفات أو أمراض مختلفة . من هذا المنطلق حرصت بعض مراكز الأبحاث والدراسات في عالمنا المعاصر على استعمال بعض التقنيات والأساليب الكفيلة بمراقبة تلك المحاصيل والمزروعات . تعد تقنية الاستشعار عن بعد من أهم التقنيات في هذا المجال إذ من خلال الصور الفضائية أو الجوية التي توفرها يمكن الحصول على نظرة شاملة عن حالة المحاصيل الزراعية .

طريق تقنية الاستشعار عن بعد وذلك وفقاً لنوع اللاقط (MSS, TM, PLA, MLA...) والتي تختلف تبعاً لخصائصها الفيزيائية أو النظام الذي يحمله (أقمار صناعية ، طائرات) حيث يتم الاختيار فيما بينها تبعاً لنوعية الدراسة المتبعة . فمثلاً تعد الصور الجوية ذات مقياس الرسم الصغير والملتقطة بأفلام ملونة أو الأفلام ذات الحساسية العالية للأشعة تحت الحمراء القريبة من أفضل الوسائل عند دراسة الغابات وتقدير أعداد الأشجار فيها وتنظيم عملية قطع الأخشاب منها ، إضافة إلى مقدرتها الفائقة على المساعدة في إجراء عملية تصنيف المحاصيل والتمييز فيما بينها وتحديد نوعياتها . من خلال اللواقط الحرارية المحمولة على طائرات أو أقمار صناعية والتي تلتقط الأشعة تحت الحمراء الحرارية (Thermal Infrared) ذات الطول الموجي من ٢ إلى ٥ ميكرونات أو من ٨ إلى ١٤ ميكرونات ، يمكن قياس الأشعة الحرارية المنبعثة من أسطح النباتات والتربة وبالتالي معرفة مدى

بعد الحصول على صور لسطح الأرض بوساطة الأقمار الصناعية أو الطائرات بالغ الأهمية في دراسة الكثير من الجوانب الزراعية ، فمن طريقها يتم الحصول على كم هائل من المعلومات عن الحقول والمناطق الزراعية إضافة إلى إمكان دراسة كيفية التغلب على كثير من الصعوبات التي تواجه المزارعين والشركات الزراعية والحكومات ، فقد وفرت هذه التقنية الكثير من المال والجهد والوقت عند دراسة المشاكل الزراعية ووضع الحلول الناجعة لها . وتبرز أهمية ذلك على مستوى إدارة المزروعات والغابات ودراستها وتقديم المعلومات الكافية والنافعة لمتخذي القرار في عملية التخطيط الزراعي ، إضافة إلى إمكان القيام بدراسات جيدة لتطوير الزراعة ومشاريع تخطيط الأراضي الزراعية .

مصادر المعلومات

هناك العديد من المصادر للحصول على المعلومات الخاصة بالزراعة عن

الانعكاس على بنية خلية النبات .
* مجال الأشعة تحت الحمراء المتوسطة (النطاقان ٥ ، ٧) : وفيه تعتمد كثافة الانعكاس على المحتوى المائي للنبات .

طرق المعالجة

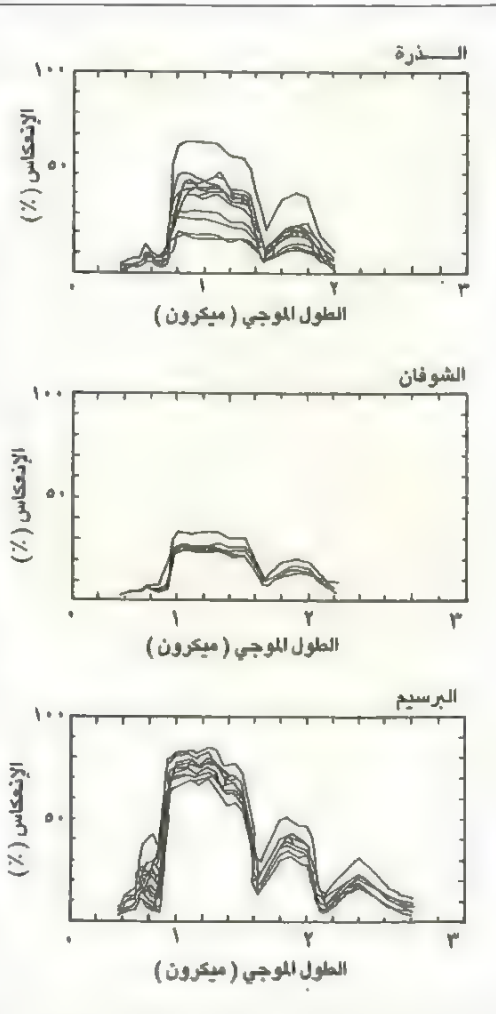
تبين سابقا أن النباتات تختلف في كثافة الأشعة المنعكسة منها تبعا لنوعيتها وكذلك تبعا لمراحل نموها ، ولهذا فإن الباحث بخبرته المسبقة ومعرفته بخصائص الانعكاسات الطيفية للنباتات في مراحل نموها المختلفة يعمل بتجربة العديد من طرق المعالجة للصور الفضائية التي توصله إلى المقدرة على تمييز وتصنيف وحساب مساحات تلك الحقول ، وتعد طرق المعالجة والتحليل الرقمي للصور الفضائية من أهم الإجراءات المتبعة لتفسير وإيضاح نوعية وحالة النباتات في منطقة الدراسة ، مع عدم إغفال أهمية القياسات وأخذ العينات الحقلية ودراساتها معمليا في التوصل إلى التوقعات والتقديرات الصائبة . يقوم الباحث أو محلل الصور باستخدام نطاقات مختلفة وتقنيات متعددة تمكنه من تمييز وتصنيف ودراسة حالة النباتات موضع الدراسة . من أشهر الطرق المتبعة استخدام النطاقات ١ ، ٢ ، ٤ في اللاقط (MSS) على مرشحات الألوان الأزرق والأخضر والأحمر على التوالي عند دراسة الآفات والأمراض النباتية . أما بالنسبة للاقط (TM) فتستخدم النطاقات ٢ ، ٣ ، ٤ على مرشحات الألوان الأزرق والأخضر والأحمر على التوالي لدراسة حالة ونوعية النباتات ، فتبدو النباتات بلون أحمر ذو

بتقويم المحاصيل ، إضافة إلى المعرفة بخصائص الانعكاس الطيفي للمحصول النباتي موضع الدراسة ، شكل (٢) . وبناء على ما سبق ذكره فقد أمكن استخدام اللاقط (TM) في مجالات الأطياف المختلفة لتوضيح حالة النبات وذلك على النحو التالي :-

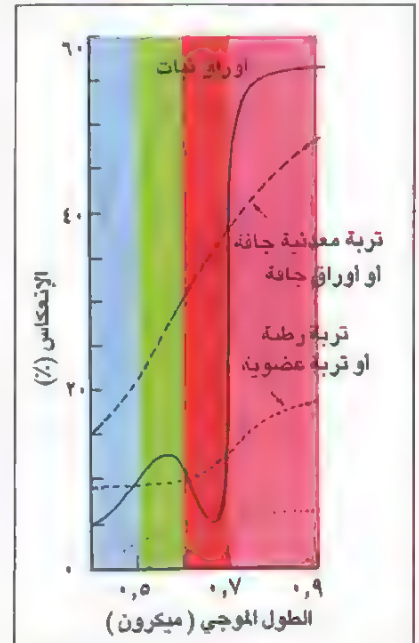
* مجال الطيف المرئي (النطاق ١ ، ٢ ، ٣) : وفيه تعتمد كثافة الانعكاس على صبغة الكلوروفيل حيث لوحظ أنه يمتص الطاقة بقوة في مجال الطول الموجي ٠ ، ٤٥ ميكرون والمجال ٠ ، ٦٧ ميكرون أي أن هناك كثافة نسبية لانعكاس الأشعة في مجال الطيف الأخضر وامتصاص عال للأشعة في مجال الطيف الأزرق والأحمر .

* مجال الأشعة تحت الحمراء القريبة (النطاق ٤) : وفيه تعتمد كثافة

الكلوروفيل (المادة الخضراء) ومكونات الخلية النباتية والمحتوى الرطوبي والشكل الظاهري للأوراق ، كما قد تؤثر عوامل أخرى مثل الظل وقوام التربة المحيطة بالنبات ، فالأشعة المنعكسة من أوراق النباتات تعد ضعيفة في مجال الطيف المرئي الأزرق (٤) - (٥) - (٦) - (٧) ميكرون ، وقوية نسبياً في مجال الطيف المرئي الأخضر (٥) - (٦) - (٧) ميكرون ، وعالية جداً في مجال الأشعة تحت الحمراء القريبة (٧) - (٩) ميكرون ، شكل (١) ، من ناحية أخرى تعتمد الأشعة المنعكسة من التربة المحيطة بالنبات على نوعية قوامها ، فهي عالية في حالة التربة المعدنية ، ومنخفضة في حالة التربة العضوية ، وضعيفة جداً في مجال الطيف المرئي ، وأعلى قليلاً في نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة ، شكل (١) ، كما يجب أن يؤخذ في الحسبان أن النسيج النباتي ولونه يتغيران خلال فترات نمو المحصول الواحد ، وتبعاً لذلك فإن كثافة الأشعة المنعكسة منه تختلف وفقاً لفترة نمو المحصول ونوعه ، لذا يجب أن يراعى مستخدم صور الأقمار الصناعية هذه الحقيقة وأن يكون لديه المعرفة والإلمام



● شكل (٢) خصائص الأشعة المنعكسة لثلاثة محاصيل زراعية .



● شكل (١) خصائص الأشعة المنعكسة لمكونات الغطاء النباتي .

التطبيقات الزراعية

تدرج مختلف ، فاللون الأحمر الداكن مثلاً يدل غالباً على أن النباتات ذات أوراق عريضة أو أنها بحالة جيدة وغير متعرضة للافات والأمراض ، ويدل اللون الأحمر الفاتح على وجود الأعشاب والمسطحات الخضراء ذات الأوراق المستدقة صورة (١) . وباستخدام النطاقات ٧،٤،٢ - في الالاقط (TM) وعلى مرشحات الألوان الأزرق والأخضر والأحمر - لنفس المنطقة فإن النباتات تبدو بلونها الطبيعي الأخضر ، صورة (٢) ، وبالتالي يسهل التعرف على كل من التربة والنباتات ، فمثلاً يرمز اللون الأخضر الفاتح غالباً على الأعشاب الأرضية ذات الأوراق المستدقة ، بينما يرمز اللون الأخضر الداكن إلى مناطق الأشجار الكثيفة ، كما لوحظ في هذا النوع من التطبيق أن المناطق العمرانية تبدو باللون الأحمر الأرجواني (الفوشي) مما يسهل من عملية التعرف على الاغطية النباتية المختلفة في المناطق العمرانية . وباستخدام النطاقات ٣ ، ٥ ، ٤ على مرشحات الألوان الأزرق والأخضر والأحمر على التوالي يمكن توضيح الاختلافات في رطوبة كل من النباتات والتربة وبالتالي إمكان دراسة حالة النبات ومدى احتياجاته المائية ، صورة (٣) .

من طرق المعالجة الأخرى طريقة استخدام الصور النسبية (Ratio) بين بعض النطاقات سواء كانت لمعلومات الالاقط (TM) أم الالاقط (MSS) ، وقد وجد أن للصور النسبية بين نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة والحمراء (NIR / R) فائدة كبيرة في عملية تقدير غلة بعض المحاصيل الزراعية فضلاً عما تضيفه عملية التصنيف (Clasification) من مقدرة في إجراء بعض التمييزات فيما بين النباتات وبالتالي تحديد نوعياتها .

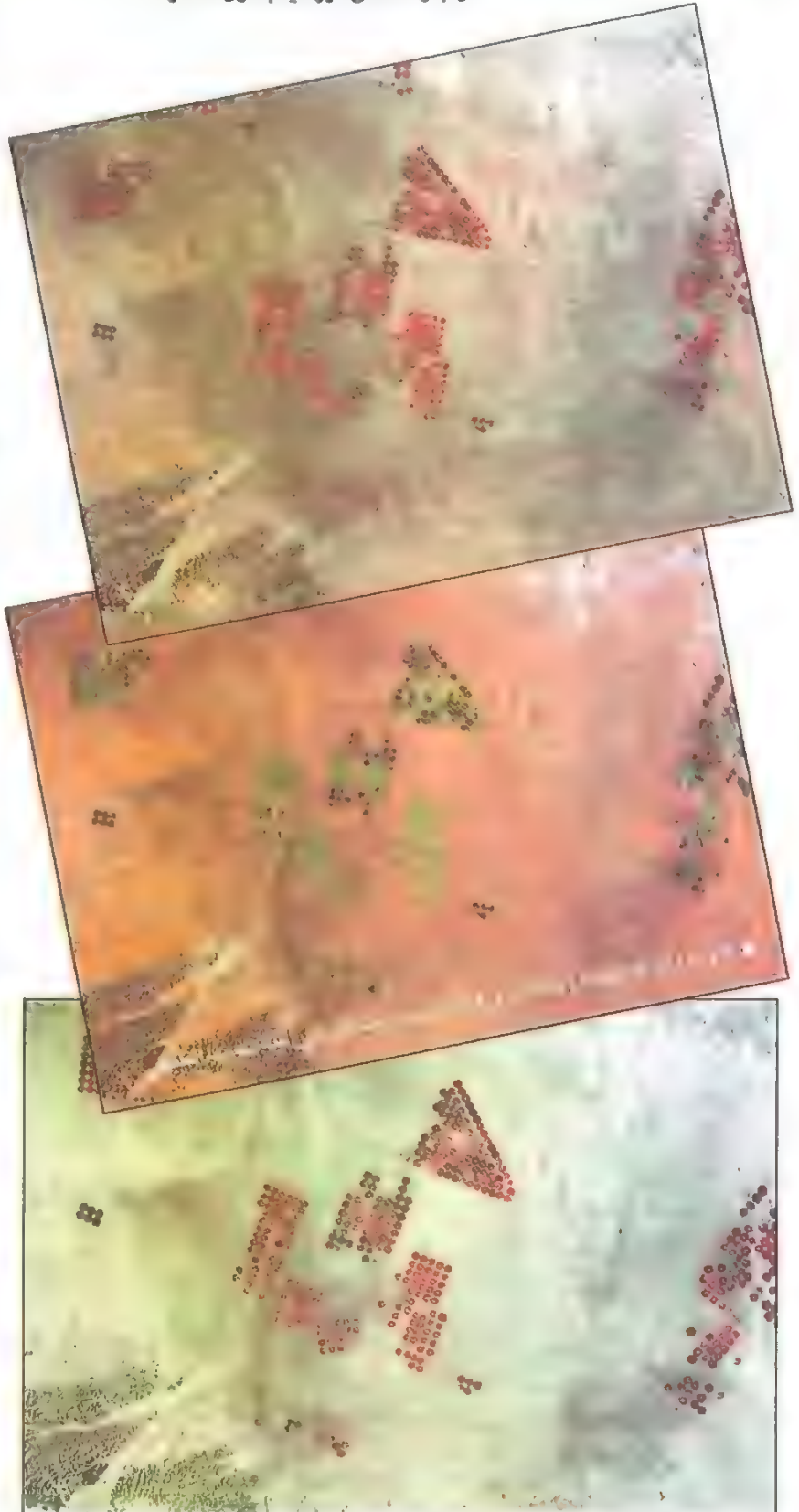
التطبيقات الزراعية

هناك العديد من التطبيقات الزراعية للمعلومات المستقاة من بيانات الأقمار الصناعية من أهمها ما يلي :-

● تقدير مساحة المزروعات

تعد الأساليب التقليدية في حساب مساحة المزروعات المتبعة في كثير من

● صورة (١) منطقة البسيطاء - شمال المملكة - أخذت بالالاقط (TM) باستخدام النطاقات ٤،٣،٢ وتبدو المناطق الزراعية باللون الأحمر .



● صورة (٣) البسيطاء (نطاقات ٤،٥،٣) وتوضح المناطق الزراعية عن غيرها .

الطيقي بين طول موجي ٠,٤ - ٠,٥ ميكرون ، وانخفاض في مجال الأشعة تحت الحمراء (٠,٧ - ٠,٩ ميكرون) ، أما بعد مهاجمة المرض للنبات بفترة طويلة فيلاحظ حدوث زيادة في الانعكاس الطيقي بين طول موجي ٠,٤ - ٠,٧ ميكرون ، وانخفاض كبير جداً في الانعكاس الطيقي في مجال الأشعة تحت الحمراء (٠,٧ - ٠,٩ ميكرون) .

وفي مجال الآفات الزراعية تمكن الصور الفضائية من الكشف المبكر عن أسراب الجراد الهائلة التي تجتاح الحقول الزراعية ، فبتحليل الصور المتتابعة لمناطق تواجد يمكن تحديد اتجاه تحركاته وبالتالي إيجاد واتخاذ الإجراءات والأساليب الكفيلة بالقضاء عليه .

● دراسة الغابات

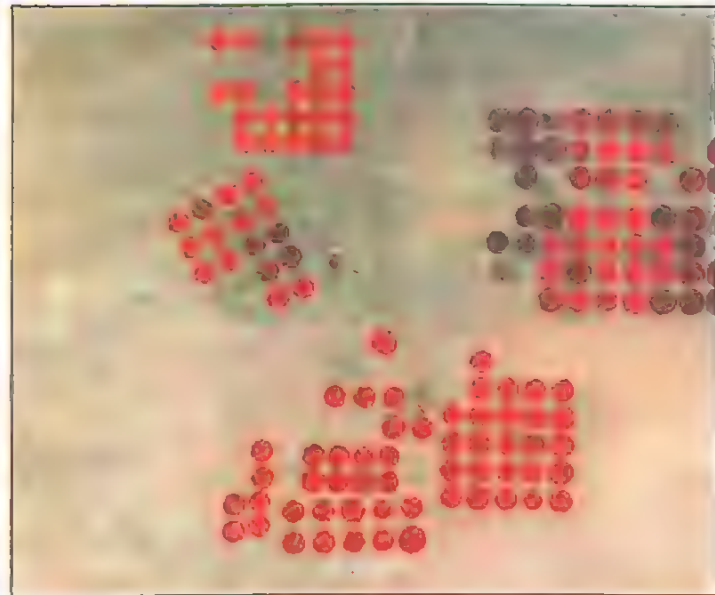
تتيح الصور الجوية الملتقطة بوساطة آلات التصوير المحمولة على الطائرات من إجراء العديد من الدراسات الاقتصادية لمناطق الغابات وحصرها ، ومن هذه الدراسات الدراسة التي قام بها معهد إدارة الغابات بكندا والمعتمدة على بيانات الصور الجوية ذات مقياس الرسم الكبير ، والتي استهدفت تنظيم عملية قطع الأخشاب في الغابات والقيام بالتقدير الحجمي للأخشاب فيها . كما تفيد المعلومات المستقاة من صور الأقمار

المحاصيل ومن ثم تحديدها وتصنيفها . كما يمكن تقدير إنتاجية المحصول اعتماداً على ما يعرف بالدليل النباتي (Vegetation Index) عن طريق بعض المعادلات الرياضية .

● دراسة آفات وأمراض النبات

تتعرض النباتات لكثير من الأمراض والآفات والتي بدورها تؤثر على

خواص النبات الشكلية والتركيبية مما ينتج عنها اختلافات واضحة في كثافة الأشعة المنعكسة من النباتات ، وبملاحظة هذه التغيرات ودراستها عبر العديد من القنوات الطيفية المختلفة يمكن للباحث أو محلل الصور القيام باكتشاف الأمراض التي قد تصيب النباتات ، وبالتالي اتخاذ الإجراءات اللازمة قبل انتشاره ، ويبين الشكل (٣) الاختلافات في الانعكاسات الطيفية نتيجة الإصابة بالأمراض فيلاحظ أن الإصابة بالمرض في مرحلته الأولى أدت إلى حدوث زيادة في الانعكاس



● صورة (٤) مشروع زراعي (٢٠×٣٠ كم) بالبسيطة حددت فيه المساحة .

بلدان العالم النامي مكلفة مالياً وتستغرق الكثير من الجهد والوقت مقارنة بالأساليب الحديثة التي أتاحتها تقنية الاستشعار عن بعد ، فعن طريق المعلومات الملتقطة من الأقمار الصناعية ومعالجتها وإجراء بعض التحليلات لها يمكن قياس مساحة المزروعات وخاصة في المشاريع الزراعية ذات الرقعة الكبيرة . وتوضح الصورة (٤) أحد المشاريع الزراعية بمنطقة البسيطة شمال المملكة وإمكان حساب مساحتها .

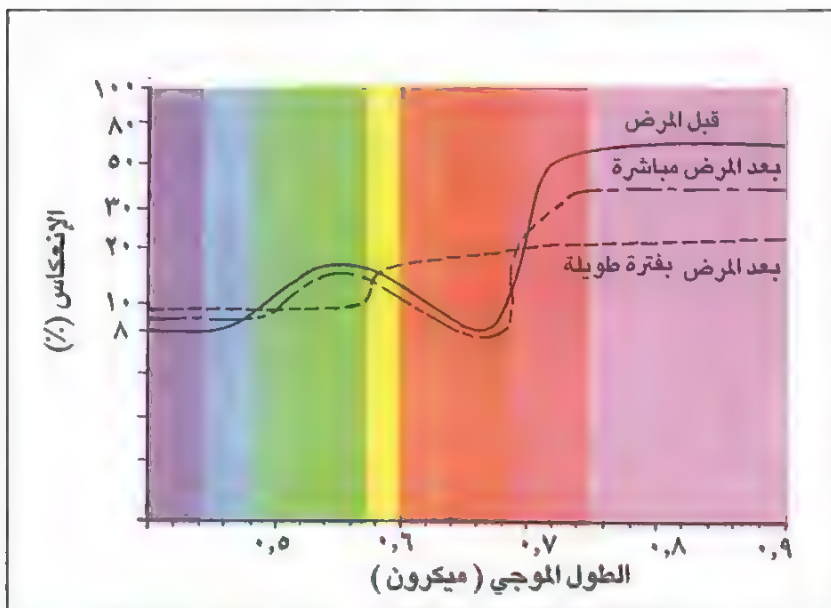
● نوع المحصول وإنتاجيته

تعتمد عملية تحديد نوع المحصول

الزراعي على عدة عوامل منها :-

- * خبرة محلل الصور بالانعكاس الطيقي للمحصول موضع الدراسة خلال فترات نموه .
- * المعرفة المسبقة للمنطقة المراد دراستها .
- * معرفة بعض الظواهر الأخرى غير الزراعية في منطقة الدراسة .
- * تاريخ التقاط الصورة .

تعمل هذه العوامل وغيرها مكملات بعضها البعض للمساعدة في تحديد وتمييز وتصنيف المحاصيل . فعن طريق بعض الأساليب المتبعة في التصنيف (Classification) والتي تتيحها أجهزة وبرامج الحاسب الآلي المختصة بتحليل الصور يمكن تمييز الفروق بين



● شكل (٣) اختلافات في الانعكاسات الطيفية لإحدى النباتات المريضة .

المناسبة للزراعة ، وذلك اعتمادا على اختلاف كثافة الانعكاسات الطيفية من التربة في النطاقات المختلفة من معلومات اللاقط (MSS) و (TM) ، وبالتالي يمكن تحديد نوعية التربة ومدى ملائمتها للزراعة من عدمه، والتوصية باستزراع المناطق المناسبة للزراعة ، كما يمكن استخدام أجهزة قياس الأشعة (الراديوميتر) لتحديد ودراسة الانعكاسات الطيفية للتربة المختلفة في الحقول ومقارنتها بالمعلومات الملتقطة بواسطة الأقمار الصناعية، وبالتالي إمكان إجراء تمييز ثم تصنيف تلك الأنواع من التربة .

● تطبيقات أخرى

يمكن بواسطة صور الأقمار الصناعية تحديد مواقع الحرائق والكوارث التي تحتاج الحقول الزراعية ومناطق الغابات وإعطاء بعض التوصيات والمقترحات اللازمة لتفادي وتقليل الخسائر الناجمة من جراء تلك الكوارث ، كما يمكن الاستفادة من صور الأقمار الصناعية في المساعدة على كشف أماكن زراعة النباتات الممنوعة والمحرمة دوليا وإرشاد الجهات المسؤولة عن أماكن تواجدها للقضاء عليها ، إضافة إلى أن صور الأقمار الصناعية تمكن من إعطاء توصيات نافعة لاختيار المواقع المناسبة لإنشاء السدود داخل الأودية .

وعموما فإن لتقنية الاستشعار عن بعد أهميتها الواضحة في مجال الدراسات الزراعية في المملكة والتي لا يستغني عنها الباحثون والمخططون الزراعيون عند اتخاذ قراراتهم وخططهم الزراعية المستقبلية ، خصوصا مع ما تشهده المملكة من توسع زراعي كبير يستلزم سرعة المراقبة والتحكم لتلك المشاريع الزراعية الضخمة المنتشرة في صحاريها ، وهذا لا يعني الاستغناء عن الأساليب التقليدية في الدراسات الزراعية الحقلية بل تعد كل منها مكملة لبعضها البعض في دراسة وتنمية النهضة الزراعية والتي تتفق مع الموارد الأرضية والمائية المتاحة .

كما تفيد معلومات الأقمار الصناعية بإعطاء صور فضائية مفيدة وواضحة في مراقبة واكتشاف المناطق المناسبة للمحميات الرعوية داخل الصحاري والتي يصعب التعرف عليها بالطرق التقليدية ، وتبين الصورة (٥) موقع روضتي الخفس (شمال مدينة الرياض) خلال فترة ربيع عام ١٩٩٢ م ، ويبدو من خلالها تجمع كميات كبيرة من المياه في المنطقة العلوية وبداية نمو بعض النباتات الرعوية حولها .

كما تفيد الصور الفضائية في التعرف على التجمعات الشجرية الكثيفة داخل الأودية والشعاب الموجودة بالبراري وبالتالي الاستفادة منها وحمايتها ومراقبتها للحفاظ عليها من الإحتطاب الجائر، بالإضافة إلى إمكان إجراء بعض الدراسات اللازمة لها للاستفادة منها كمتنزهات عامة ، كما تمكن الصور الفضائية من اكتشاف مواقع تجمع مياه السيول والأمطار داخل الصحاري وبالتالي إرشاد الرعاة لتلك المواقع للورود عليها وسقيا مواشهم منها .

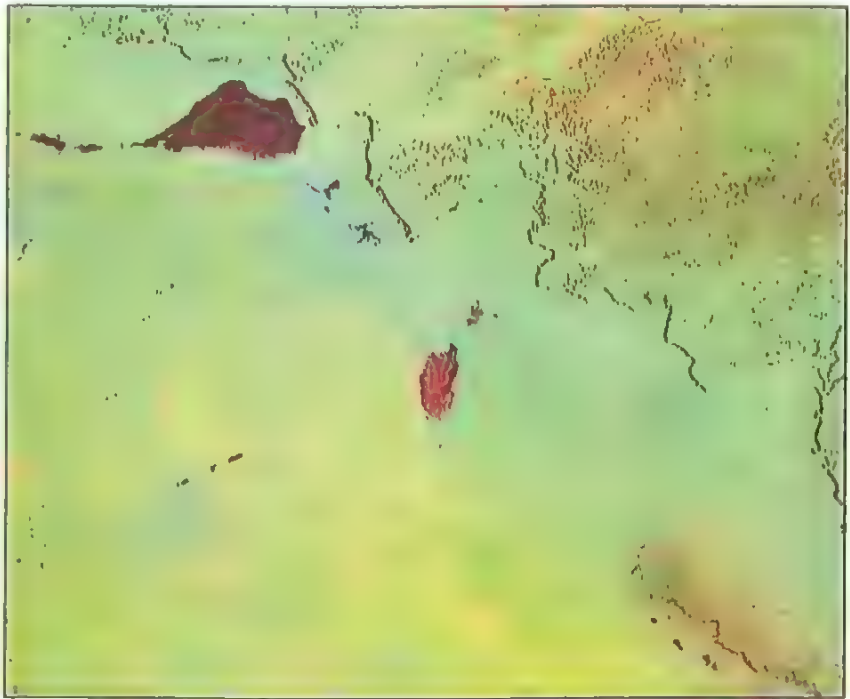
● تصنيف التربة

تمكّن صور الأقمار الصناعية من تحديد وحساب مساحة ونوعية التربة

الصناعية في عملية دراسة الغابات الموجودة في مناطق يصعب الوصول إليها وعمل التحليلات لإبراز كثافة الأشجار فيها وتقدير مساحاتها كبعض المناطق في الجزء الجنوبي الغربي من المملكة .

● دراسة المراعي

تستخدم تقنية الاستشعار عن بعد في مراقبة ودراسة الغطاء النباتي وتقدير حالة المراعي وذلك اعتمادا على اختلاف الانعكاسات الطيفية لكل من النباتات والتربة ، إضافة إلى دراسة زيادة نسبة التغطية للنباتات الرعوية وكثافتها ، وعن طريق أخذ عينات أوتقاط تحقق أرضي في المناطق الصحراوية يمكن تحديد الحمولة الرعوية لنباتات المراعي مع الأخذ في الحسبان أهمية المقارنة بين قيمة عنصر الصورة (Pixel Value) أو كثافة الانعكاس لمنطقة الدراسة وبين القيم والمعلومات والأرقام التي تم الحصول عليها من نقاط التحقق الأرضي شريطة أن تؤخذ نقاط التحقق الأرضي في نفس الفترة الزمنية التي يمر بها التابع الصناعي عند التقاطه للمعلومات فوق المنطقة المأخوذ منها العينات .



● صورة (٥) موضع روضتي الخفس شمال مدينة الرياض وتبدو النباتات الرعوية باللون الأحمر.



● محطات الإستلام Recieving Stations

مراكز أرضية تستلم المعلومات من الأقمار الصناعية وتقوم بمعالجتها وتوزيعها .

● التعديل Rectification

عملية دقيقة لتصحيح أو تعديل التشويه في الصورة الجوية .

● التسجيل Registration

عملية تطبيق صورتين أو منظرين (أو أكثر) بحيث تتطابق الظواهر الجغرافية . ويمكن الحصول على التسجيل كميًا أو فوتوغرافيًا .

● تشويه التضاريس

Relief Displacement

التشويه الهندسي على الصور الجوية الفوتوغرافية ، حيث تظهر قمم الظواهر مائلة عن قواعدها .

● نموذج التجسيم Stereo Model

الحصول على نظرة مجسمة (ثلاثية الأبعاد) عند النظر إلى صورتين جويتين متداخلتين .

● المجسم Stereoscope

جهاز يمكن أن نحصل بواسطته على نموذج التجسيم .

● خريطة موضوعية Thematic Map

خريطة مصممة لتوضيح ظواهر أو مفاهيم محددة . وفي الإستخدام التقليدي يستثنى هذا التعبير في الخرائط الطبوغرافية .

● نطاق الأشعة دون الحمراء الحرارية

Thermal infrared

نطاق الموجات دون الحمراء ما بين ١,٥ ميكرومتر إلى ١ ملم والتي تتطابق مع الأشعة الحرارية . والإستشعار الحراري يبحث عن تحديد الاختلافات في الإشعاع الحراري المنبعث ولا يقوم جهاز الإستشعار الحراري بتسجيل الحرارة الفعلية ولكن يسجل الاختلافات الحرارية بين عناصر المنظر .

(*) المصدر

كتاب : الإستشعار عن بعد وتطبيقاته في الدراسات المكانية - ١٩٨٦ م .

المؤلف : د . خالد العنقري

الناشر : دار المريخ للنشر

الرياض : ١٤٠٧ هـ / ١٩٨٦ م

وضعها في مستوى اللانهاية .

● النظام الشبكي Grid System

نظام من الخطوط التي عندما نضعها في الصور الفوتوغرافية أو الخرائط تسمح بتحديد مواقع أرضية طبقا لطبيعة النظام المختار .

● نطاق الأشعة دون الحمراء

Infrared Band

النطاق التالي للأشعة المرئية الذي يتميز بطول موجاته التي تقع ما بين ٧,٠ ميكرومتر ١,٠ ملم وهو ينقسم إلى ثلاثة أقسام فرعية أخرى هي الأشعة دون الحمراء القريبة والأشعة دون الحمراء المتوسطة والأشعة دون الحمراء البعيدة . والقسمان الأخيران يعرفان بنطاق الأشعة الحرارية .

● التداخل Overlap

المساحة التي تشترك في تغطيتها أجزاء من صورتين متجاورتين ، وتمثل عادة بالنسب والتداخل بين صورتين متجاورتين على نفس خطي الطيران يطلق عليه التداخل الأمامي ، والتداخل بين صورتين متجاورتين على خطي طيران متجاورين يطلق عليه التداخل الجانبي .

● الإبتعاد Parallax

التغير في موقع ظاهرة ، بالنسبة لنقطة أو نظام معين ناتج من تغير في موقع المشاهدة .

● النمط Pattern

التكرار المنتظم لاختلافات الألوان على المنظر أو الصورة .

● الوسائل الفوتوغرافية

Photographic Methods

الوسائل التي يتركز استخدامها للإستشعار في الجزء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي والجزء القريب من نطاق الأشعة دون الحمراء .

● النبضة Pulse

إشعاع كهرومغناطيسي ينقل بواسطة العمود الهوائي الراداري .

● التحلل النوعي Qualitative Resolution

قدرة نظام الإستشعار على إعطاء تفاصيل واضحة ومميزة .

● نطاق الإمتصاص Absorbption Band

النطاق الذي يتم فيه امتصاص الأشعة الكهرومغناطيسية بواسطة الغلاف الجوي أو بمواد أخرى . على سبيل المثال ، هناك امتصاص في النطاق ما بين ٠,٥ إلى ٠,١ ميكرومتر بواسطة بخار الماء الذي يمتص الأشعة دون الحمراء الحرارية في هذا النطاق .

● الصور الجوية Aerial Photograph

الصورة الفوتوغرافية المأخوذة بالطائرات باستخدام الأفلام العادية الأبيض والأسود والملون والملونة تحت الحمراء .

● التبيين Annotations

بيانات ومعلومات تكتب ضمن خط الطيران على المنظر أو الصورة ، مثل المقياس والوقت والتاريخ ورقم الصورة .

● خريطة الأساس Base Map

خريطة تستخدم كأساس لوضع المعلومات .

● نقطة التحكم Control Point

نقطة يتم تحديدها بدقة على الصورة الجوية وفي الطبيعة تستخدم في إعداد الخرائط من الصور الجوية .

● التغطية Coverage

المساحة الأرضية في الصورة الجوية أو الخرائط الجوية أو المصفوفات الجوية .

● الإعوجاج Crab

عدم تثبيت آلة التصوير بشكل موازي لخط الطيران .

● الترشيح الرقمي Digital Filtering

إجراء رياضي للتخلص من القيم غير المرغوب فيها من البيانات الرقمية .

● الدفع Drift

عدم سير الطائرة في مسارها المخطط له نتيجة لتأثير الرياح أو الأخطاء الملاحية أو غير ذلك . وينتج عن ذلك تغيرات بين خطين من خطوط الطيران لا تغطيها الصور الجوية .

● البعد البؤري Focal Length

المسافة بين الفيلم ومركز العدسات عند

من أجل فلذات أكبارنا



أكسدة فيتامين «ج»

أبناءنا وبناتنا الأعزاء

لعلكم تعلمون أهمية الفيتامينات في بناء أجسام سليمة إضافة إلى دورها في الوقاية من الأمراض . ومن الأهمية بمكان معرفة مصادر الفيتامينات المختلفة في غذائنا حتى يمكن تناول القدر الكافي من كل نوع منها ، كما يجب ملاحظة أن أغلب الفيتامينات تتكسر وتتحول بالأكسدة إلى مواد أخرى ليست ذات أهمية للجسم ، ومن العوامل المساعدة على الأكسدة ارتفاع درجة الحرارة .

وتوضح التجربة أدناه والتي يمكن إجراؤها بالمدرسة بوساطة المعلم ، أن فيتامين «ج» (Vitamin C) ، والذي تعد الحمضيات من أهم مصادره ، يمكن أن

تقل كميته نتيجة لتأكسد جزء منه عن طريق الغليان .

أدوات التجربة

عصير برتقال ، نشا ذرة شامي ، محلول يود ، ماء ، أكواب زجاجية ، عدد من القطارات ، ملاعق ، موقد غاز أو كهرباء .

خطوات التجربة

١ - ضع كمية معينة (٥ مل) من عصير البرتقال في كوب زجاجي به ١٢٠ مل ماء مقطر وضع الجميع على نار هادئة واترك الخليط على الموقد حتى درجة الغليان .

٢ - أترك الخليط على النار حتى تصبح كميته ١٠٠ مل (محلول «أ») .

٣ - ضع في كوب آخر (٥ مل) من عصير البرتقال ، وأضف كمية من الماء المقطر حتى تصل الكمية إلى ١٠٠ مل (محلول «ب») .

٤ - اغسل نصف ملعقة من النشا في نصف كوب من الماء .

٥ - احضر كوبي زجاج وضع في كل منهما ٢٠ نقطة من محلول النشا ثم أضف إلى كل منهما نقطتين من محلول اليود ، لاحظ أن لون الخليط في كل منهما أصبح أزرقا .

٦ - بوساطة قطارة أضف المحلول «أ» إلى إحدى الكوبين اللذين بهما محلول النشا واليود وأحسب عدد النقاط اللازمة لإزالة اللون الأزرق .

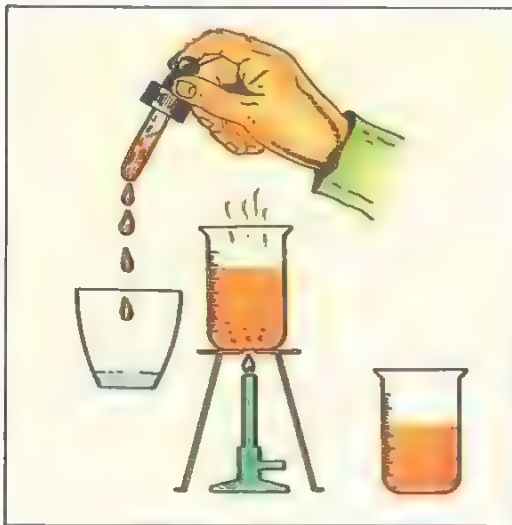
٧ - كرر الخطوة ٦ لإيجاد عدد النقاط من المحلول «ب» اللازمة لإزالة اللون الأزرق في الكوب الآخر .

ملاحظات

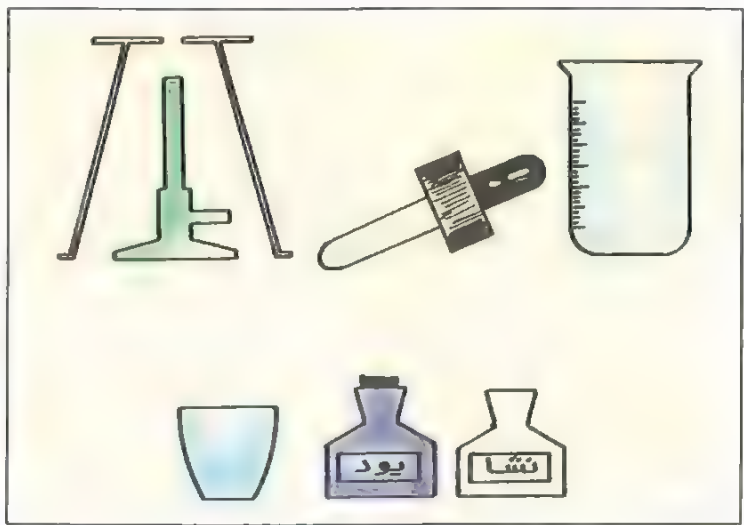
يلاحظ أن كمية المحلول «أ» اللازمة لإزالة اللون الأزرق في محلول النشا واليود أكثر من كمية المحلول «ب» ، وهذا يعني أن الحرارة قد ساعدت في أكسدة جزء من الفيتامين انعكس في تقليل نسبته في المحلول «أ» مما أدى إلى إضافة كمية أكثر مقارنة بمحلول «ب» لإزالة اللون الأزرق .

بتصرف عن :-

Bob Brown, 666 Tricks & Experiments ,
Tab book No.: 881, P 329 .



● شكل (٢) .



● شكل (١) .



كتب صدرت حديثاً

طرق التعامل ، طرق الوقاية عند الإنسكاب أو التسرب ، طرق النقل والتخزين ، طرق التخلص من النفايات ، التأثير على البيئة .

يورد الكتاب إشارات الخطر حسب البطاقة الملصقة في كل مادة كيميائية (مادة سامة ، قابلة للإشتعال ، مؤكسدة ، أكالة ، متفجرة ، مهيجة) .

يعد الدليل مرجعاً هاماً للعاملين في مجال الصناعة ، الزراعة ، المختبرات وإدارات الدفاع المدني والأمن العام .

INTRODUCTION TO REMOTE SENSING

صدر هذا الكتاب باللغة الإنجليزية عن الجمعية الأمريكية للتصوير والاستشعار عن بعد (ASPRS) عام ١٩٩١م ، وهو من تأليف آرثر كراكنيل (ARTHUR CRANKNELL) ولانديسون هيز (LANDSON HAYES) . وإصدار مطبعة بيرجس للعلوم ، بيرنجستك بريطانيا . جاء الكتاب في ٢٩٢ صفحة من الحجم المتوسط ومتضمناً ١٦ لوحة ملونة .

يحتوي الكتاب على تسعة فصول هي: مقدمة للإستشعار عن بعد ، المحسسات والأجهزة ، أنظمة التوابع ، إستقبال وتصنيف وتوزيع المعلومات ، تقنيات الرادار ذي الموجة الأرضية والسماوية ، أجهزة الميكرويف النشط ، التصحيح الجوي لمعلومات الإستشعار عن بعد من التوابع الصناعية ، المعالجة الرقمية ، تطبيقات معلومات الإستشعار عن بعد .

هذا الكتاب يستفيد منه العلماء الذين يحتاجون إلى نظرة عامة وشاملة لإمكانات وحدود الإستشعار عن بعد ولديهم خلفية فيزيائية عامة .

(درجة حرارة الغليان ، الإنصهار ، الكثافة النوعية) ، الإستخدام الصناعي ، المخاطر المحتملة (صحية ، اشتعال أو انفجار ، تفاعلات خطيرة ، تركيز حد الخطورة ، التأثيرات السمية) ، الإجراءات الوقائية (الوقاية الصحية ، الإسعافات الأولية ، التدابير عند الحريق)



مرئية الإستشعار عن بعد جمع بياناتها وتحليلها

صدر هذا الكتاب عام ١٤١٢هـ عن مركز البحوث بكلية الآداب بجامعة الملك سعود ، وهو من تأليف د . محمد عبد الله الصالح . يبلغ عدد صفحات هذا الكتاب ١١٢ صفحة من الحجم المتوسط ، وهو يحتوي على ثلاثة فصول إضافة إلى بعض المراجع العربية والإنجليزية وثبت لبعض المصطلحات في علم الإستشعار عن بعد .

يتناول الفصل الأول الإشعاع الكهرومغناطيسي وتفاعلاته مع المواد ، ويستعرض الفصل الثاني أجهزة الإستشعار عن بعد ووسائل حملها ، أما الفصل الثالث فيختص بمعالجة المرئية وتفسيرها .

دليل المواد الكيميائية السامة والخطرة

صدرت الطبعة الأولى من هذا الدليل عام ١٤١٤هـ - ١٩٩٢م ، عن شركة الزراعة المتقدمة بالرياض ، وهو من تأليف الدكتور / رشيد عبد العزيز الكحيمي والدكتور محمد شفيق الكناني . ويبلغ عدد صفحاته ٥٧٦ صفحة من الحجم المتوسط .

الجدير بالذكر أن هذا الدليل هو الجزء الأول من سلسلة من ستة أجزاء ، ستصدر تباعاً ، وهو يتناول المواد الكيميائية حسب ترتيبها بالأحرف الأبجدية الإنجليزية بدءاً بالحرف (A) حتى الحرف (Br) ويستعرض المواد الكيميائية من حيث الصفة البنائية والجزيئية والتصنيف الكيميائي والدولي ودرجة الخطورة والتسميات التجارية والعلمية الأخرى والخواص الفيزيائية

الإستشمار عن بعد وتطبيقاته

عرض : أحمد محمد أبو معطي



يقع الكتاب في ٢٦٨ صفحة من القطع الكبير ، وهو من تأليف الدكتور / يحيى عيسى فرحان الأستاذ المشارك بقسم الجغرافيا بالجامعة الأردنية ، وصدرت الطبعة الأولى منه عام ١٤٠٧ هـ (١٩٨٧م) عن المطابع التعاونية ، عمان ، الأردن .

يبدأ الكتاب بمقدمة بيّن فيها المؤلف الغاية من تأليف هذا الكتاب ، حيث أوضح أنه لم يصدر كتاب جامع في الصور الجوية وتطبيقاتها كبحث علمي شامل باللغة العربية يلبي حاجات الاختصاصيين في العلوم الطبيعية والزراعية والهندسية ، وبين المؤلف سبب قلة هذا النوع من الكتب إلى ندرة المختصين العرب في هذا المجال .

يشتمل الكتاب على ستة فصول إضافة إلى المراجع ، حيث يتطرق **الفصل الأول** منها إلى مقدمة عامة تشتمل على القواعد الأساس للصور الجوية ، منها علاقة الصور الجوية بالعلوم الطبيعية والإنسانية تتمثل في استخدام الصور كمصدر لتوفير البيانات المكانية النوعية والكمية على المستويين الإستراتيجي والتفصيلي ولفترات زمنية مختلفة ، كما يستعرض هذا الفصل توضيح مفهوم الفوتوجراممري أو المساحة التصويرية والذي يعرف بأنه علم وتقنية الحصول على معلومات وبيانات موثوقة عن الظواهر الطبيعية البيئية من خلال تسجيل وقياس الصور الجوية والفضائية . كذلك تناول هذا الفصل أنواع المساحة التصويرية والصور الجوية والمعلومات التي تدون عليها ، فمن أنواع المساحة التصويرية هناك المساحة التصويرية الأرضية وهي عبارة عن أخذ صورة من على سطح الأرض بآلات تصوير خاصة عند نقطة ذات إحداثيات معلومة ، وكذلك المساحة التصويرية الجوية والتي تؤخذ الصورة الجوية فيها بآلة تصوير مثبتة في أسفل طائرة خاصة للمسح الجوي . ومن أهم المعلومات التي تدون على الصور الجوية مقياس الارتفاع لعملية

المسح الجوي ، والبعد البؤري للعدسة ، ومقياس الميل لمعرفة مقدار ميل المحور الأساس للكاميرا ، وساعة التقاط الصورة ، وتاريخ التقاطها ورقم الشريط وخط الطيران ورقم الصورة المتسلسل . كما استعرض الفصل أهم العوامل التي تتحكم في نوعية الصور الجوية كالعدسات المستخدمة في نظام الكاميرا ونوعية الفيلم وعملية تجميعه ، وطبع الصور .

تناول **الفصل الثاني** الخصائص الهندسية للصور الجوية كأنواع الإسقاط ومنها الإسقاط المتوازي والإسقاط العمودي ، كما تم إيراد تعريف بالمصطلحات الأساس للصور الجوية مثل نقطة النظير والمحور الأساس ومركز التساوي وخط الطيران والتجسيم الناتج عن اختلاف موقع النظر ، بالإضافة إلى بيان للفرق الهندسي بين الصورة الجوية العمودية والخرائط .

استعرض **الفصل الثالث** عملية التخطيط للمسح الجوي وكيفية إعداد غطاء الصور الجوية ، وقد جاء في هذا الفصل أن خطة الطيران والمسح الجوي تعتمد على عنصرين رئيسين هما خارطة الطيران للمنطقة المراد تصويرها ، والمواصفات الفنية التي تحدد كيفية التقاط الصورة

ونوعيتها بالإضافة إلى بعض الإعتبارات التي يجب أخذها في الحسبان عند إنتاج غطاء من الصور الجوية في مدة قصيرة مثل استخدام أجهزة ذات نوعية جيدة واختيار الطقس المناسب للقيام بعملية المسح الجوي وتحديد ارتفاع الطائرة كي يتسنى الحصول على صورة بالمقياس والتفاصيل المطلوبة ، وتحقيق تغطية كاملة ومنظمة من حيث التغطية الامامية والتغطية الجانبية . كما بين هذا الفصل بشيء من التفصيل أهمية التغطية الامامية والجانبية وكيفية حسابها .

تناول المؤلف في **الفصل الرابع** أجهزة الرسم الآلي الفوتوجراممري والتي صنف إلى : أجهزة الرسم البلانمري (الخرائط المستوية) ومراجعة الخرائط كجهاز سكتش ماستر ، وكجهاز الرسم الخطي الشعاعي ، وأجهزة الرسم الآلي الستيريوسكوبية ، كما تطرق هذا الفصل إلى كيفية تهيئة جهاز الرسم الآلي الفوتوجراممري موضحاً ذلك ببعض الرسوم البيانية .

من خلال **الفصل الخامس** تطرق الباحث إلى عملية تفسير الصور الجوية ، حيث بيّن أن عملية تفسير الصور الجوية تمر بثلاث مراحل أساس هي مرحلة اختبار الصورة ثم مرحلة التعرف على الظواهر الموجودة فيها تليها مرحلة تقييم المعلومات والظواهر التي تتضمنها ، ولقد

* تطبيقات اساليب تفسير الصور الجوية في مسح التربة وإنشاء خرائط التربة : وذلك عن طريق بيان أنواع التربة المختلفة والحدود فيما بينها وإنشاء خرائط التربة أو مسح للتربة حسب عوامل تكوينها ، ومن تلك التطبيقات تمييز أراضي الكتبان الرملية الهلالية ، وكذلك مناطق الجروف الرأسية والمجاري العميقة ، ودراسة الإنهيارات والانزلاقات الأرضية التي تكون غالباً من التربة الطينية .

* استخدام الصور الجوية في مسح النباتات الطبيعية : ويتم من خلاله دراسة الغطاء النباتي ونوعيته وتمييزه ومحاولة تصنيفه ، كما تساعد الصور الجوية في دراسة إنتاجية الأخشاب في الغابات وأعداد الخلل لإدارتها كتحديد كمية ومعدلات نمو وإنتاجية الأخشاب ، المحافظة على أشجار الغابات في مراحل نموها ، التعرف على حجم ومواقع تلك الغابات ، إضافة إلى دراسة كثافة الغطاء النباتي ونسبة الغطاء النباتي من سطح الأرض ، وكذلك العمل على تقدير الإنتاجية لبعض المحاصيل وأوزانها بالنسبة لكل وحدة مساحية خلال فترة زمنية معينة يطلق عليها مقياس الإنتاجية .

* تطبيقات الصور الجوية في الأغراض العسكرية : ويتم من خلاله اكتشاف الأهداف العسكرية والمخازن العسكرية ، والتعرف على شبكة المواصلات والاتصالات ، إضافة إلى تحليل سطح الأرض ودراسة قابلية الحركة العسكرية عليها ومرور الآليات الحربية .

في نهاية الكتاب يورد المؤلف بعض المراجع العربية والعديد من المراجع الإنجليزية .

الكتاب يحوي معلومات علمية وعملية قيمة باللغة العربية لأساسيات الصور الجوية وفوائدها في علم الاستشعار عن بعد ، ويتميز هذا الكتاب بكثرة إيراد أمثلة ودراسات تطبيقية لبعض المفاهيم الواردة فيه ، مما يمكن لفئات أخرى من المهتمين بعلم الاستشعار عن بعد الاستفادة من المعلومات الواردة فيه ، ويعد هذا الكتاب هو الجزء الأول لتطبيقات الاستشعار عن بعد الخاص بالصور الجوية ، أما الجزء الثاني فقد وعد المؤلف بأن يكون خاصاً بـ صور الأقمار الصناعية .

الحقيقية للأرض سواء كانت لأغراض زراعية (زراعة ، رمي ، غابات) أو غير زراعية كالاستعمالات الصناعية والسكنية والترفيهية والتعدينية ، ولقد تم وضع تصنيف موحد لاستعمالات الأرض يمكن تطبيقه في بيئات مختلفة من العالم منها : مراكز العمران وهوامشها ، ومزارع الخضروات والفاكهة ، ومحاصيل الأشجار المثمرة والمحاصيل الدائمة الأخرى ، والمراعي الدائمة والغابات أو المستنقعات ، والأراضي الجرداء . أما بالنسبة لمسح استعمالات الأراضي في وسط المدينة التجاري فقد تم وضع تصنيف خاص لها : كالمحلات التجارية الصغيرة والكبيرة ومحلات التخزين والمكاتب التجارية والمكاتب الحكومية ، والمباني العامة والاستعمالات التعليمية والاستعمالات الصناعية والسكن الحديدية .

* استخدام الصور الجوية في المسوحات الإحصائية : وتشمل استخدام الصور الجوية في توفير بيانات خاصة بعدد المدن والقرى وإيجاد نسبة لحجم السكان منسوباً إلى المساحة وكذلك نسبة عدد المساكن إلى مساحتها .

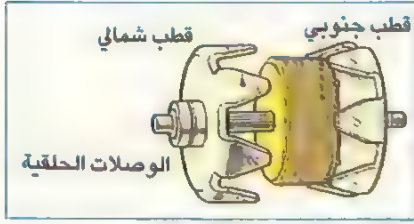
* تطبيقات الصور الجوية في الجيولوجيا : ويتم من خلاله دراسة التراكيب الجيولوجية وتمثيلها خرائطياً وكذلك استكشاف المعادن والمسوحات الجيوهندسية حيث يتم التعرف على نمط ولون وشكل وحجم الصخور ، كما تعد الصور الجوية ذات فائدة كبرى في التنقيب عن النفط حيث توفر معلومات كبيرة عن التراكيب الجيولوجية ، كما يمكن من خلال هذا التطبيق تمييز الوحدات الصخرية ، وتقدير ميل الطبقات والاتجاه الأفقي لها وسمك الطبقات الصخرية بالإضافة إلى تحليل أشكال سطح الأرض وإنشاء خرائط جيومورفولوجية يمكن عن طريقها تصنيف أشكال سطح الأرض إلى عدة أصناف منها : الأشكال الأرضية البركانية ، الأشكال الأرضية الناجمة عن التعرية المائية أو التعرية الهوائية ، الأشكال الأرضية الناجمة عن العمليات البيولوجية ، الأشكال الأرضية الإصطناعية التي من صنع الإنسان ، وغيرها من الأشكال .

تناول المؤلف الخطوات الأساس في تفسير الصور الجوية منها مرحلة التعرف الأولى أو العامة على الصورة كالتعرف على طبيعة الأجسام أو المعالم في الصورة ، ونوعية ومقياس الصورة ، والخلفية المعرفية لدى المفسر عن المعالم الموجودة فيها وسرعة معرفتها وتمييزها ، ومرحلة التحليل (القدرة على تحديد مجموعات من الأجسام أو الظواهر التي تنفرد بخصائص معينة) ، وبالتالي رسم حدود تفصل بين تلك المجموعات ، ثم مرحلة الاستنتاج التي تعد من أصعب المراحل على المفسر نظراً لاعتمادها على الاستفادة من بعض الأدلة والمؤشرات الموجودة بالصورة وطبيعتها ومدى تلازمها وتوافقها مع الظاهرة المراد تفسيرها ، ثم تليها مرحلة التصنيف وهي عبارة عن وصف مجموعات الظواهر التي تم تحديدها أثناء عملية التحليل ، والتعرف على طبيعة انتظامها وترتيبها في النظام الذي تنتمي إليه ، وبالتالي يمكن مقارنة مجموعات الظواهر أو العناصر المختارة ثم يتم وضع نظام للترميز خاص بالظواهر والعناصر التي تتضمنها الصورة ، حيث أن هناك نظم ترميز خاصة لكل علم من العلوم كالتوبوغرافية والجيولوجيا والغابات واستعمالات الأراضي وغيرها .

استعرض **الفصل السادس** تطبيقات الصور الجوية ، ونظراً لأهمية هذا الموضوع فقد استغرق هذا الفصل ثلثي الكتاب تقريباً ، ومن خلال هذا الفصل تطرق المؤلف للجوانب المختلفة لتطبيقات الصور الجوية منها ما يلي :-

* تفسير الصور الجوية لدراسة الأنماط الحضرية والصناعية : حيث يستخدم مخطوط المدن والإداريون الصور الجوية في اشتقاق معلومات تفيد في معاينة البلدية للمباني وتعيين حدود أحياء المدينة ومناطق التعداد الإحصائي ، والدراسات الخاصة بالمرور وتحديد مواقع السيارات والحدائق والمتنزهات ودراسات المواصلات وغيرها من الدراسات الحضرية والصناعية .

* تطبيقات الصور الجوية في مسح استعمالات الأرض الريفي والحضري ووسط المدينة التجاري : ويتم من خلال هذا النوع من التطبيق بيان الاستعمالات



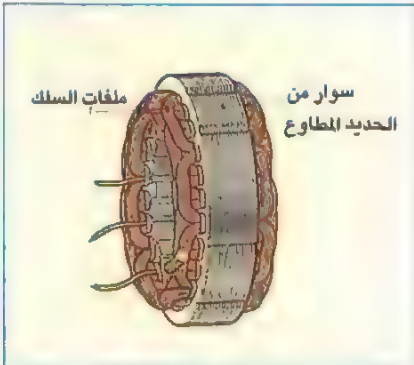
● شكل (٢) المغناطيس الدوار .

فإنه لن يتحطم عندما ترتفع سرعة السيارة بل سيظل يعمل ويعطي كهرباء وافرة تعيد في زمن صغير ما ضاع من البطارية ويسبغ عطاءه على باقي الأجهزة المستخدمة في السيارة .

● عمل المولد الترددي

يتم توليد تيار كهربائي في سلك إذا مر عليه مجال مغناطيسي متغير . فإذا استطعنا توليد مجال مغناطيسي دوار ووضعنا بجواره أو حوله سلكاً نحاسياً تولد التيار المطلوب . يبين الشكل (١ — أ) مغناطيساً له قطب شمالي "N" وقطب جنوبي "S" ، ودائرة من سلك واحد محيطة به .

عندما يدور المغناطيس داخل دائرة السلك فإن المجال المغناطيسي يتقاطع معها وتكون



● شكل (٣) الملف الكهربائي الثابت .

كهرباء السيارة (ب) دائرة شحن البطارية

إعداد : د . حامد بن محمود صفراطه

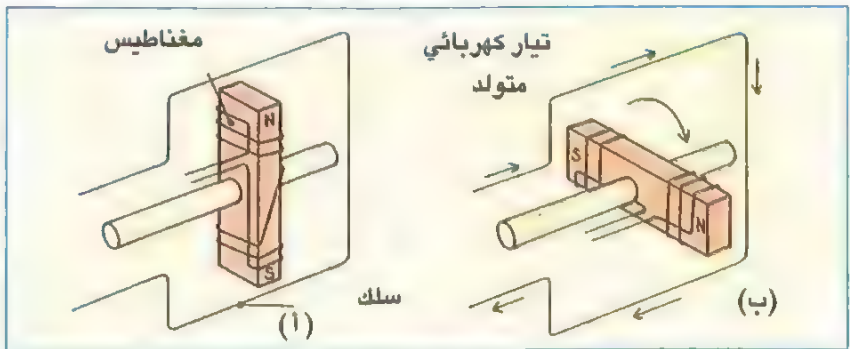
الإستعاضة عنه - في السيارة الحديثة - بالمولد الترددي (Alternator) ذي القلب الدوار الذي يولد تياراً كهربائياً متردداً ، يحول بعد ذلك إلى تيار مستمر .

يمتاز المولد الترددي عن سابقه في نواح شتى منها خفة الوزن وزيادة الطاقة المتولدة ومرونة التشغيل وعدم الحاجة للصيانة الدورية المتكررة ، وهو يفي بحاجة أجهزة السيارة المختلفة (مكيف وإضاءة وإشارات وغيره) بغض النظر عن سرعة السيارة . ومما يجدر ذكره أن الطاقة الكهربائية الناتجة عن المولد تتناسب طردياً مع سرعة دورانه التي تزيد عادة عن سرعة دوران السيارة .

ونظراً لخفة وزن المولد الترددي

تعد دائرة شحن البطارية من أهم الدوائر الكهربائية في السيارة . ونظراً لأن البطارية لا تستطيع أن تفي بمتطلبات السيارة الحديثة من الكهرباء ، لأن مخزونها من الطاقة سينضب بعد مدة قليلة من الزمن ، لذا فقد تم تزويد السيارة بمولد كهربائي (Generator) ليعطيها التيار اللازم لإعادة شحن البطارية ، بالإضافة إلى الوفاء بالمتطلبات الأخرى للسيارة من طاقة كهربائية .

لقد ظل مولد الكهرباء يقوم بهذه المهمة ويمنح السيارة تياراً كهربائياً مستمراً حتى جاء بالمتطلبات المتزايدة لذلك تم



● شكل (١) مولد ترددي بسيط .

قدرته متغيرة تبعاً لوضعه النسبي للسلك ، وبالتالي يتولد في السلك تياراً كهربائياً ، شكل (أ-ب) .

يتميز المغناطيس المستخدم في المولد الترددي بأنه ليس مغناطيساً طبعياً لكنه تم تكوينه عن طريق مرور تيار كهربائي من البطارية في حزمة دائرية (ملف) ، ويبين شكل (١) طريقه عمل المولد الترددي البسيط كما يبين شكل (٢) المغناطيس المستخدم في المولد الدوار وهو يتكون من أقطاب شمالية وأخرى جنوبية متداخلة تداخل الأصابع وذلك لتكثيف وتركيز القدرة المغناطيسية وبالتالي توليد قدر أكبر من الطاقة الكهربائية .

يوضح الشكل (٣) الملف الكهربائي الثابت الذي يتولد فيه التيار بعد أن تم تعزيز قدرته بإحاطته بسوار من الحديد المطاوع حتى لا يتشتت المجال المغناطيسي في الفراغ بل يتم الإستحواذ عليه وتوليد أكبر قدر ممكن من القدرة الكهربائية .

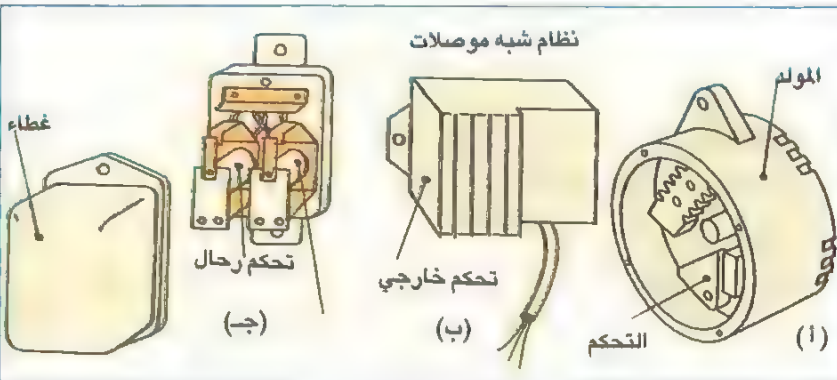
ونظراً لأن الناتج تياراً متردداً لذا يقوم مقوم التيار بتحويله إلى تيار مستمر وذلك باستخدام شبه موصل يسمح للتيار بالمرور في اتجاه واحد .

تزود دائرة الشحن بأنظمة تحكم تقوم بحماية البطارية من الشحن الزائد الذي لو ترك لحطم لدائن

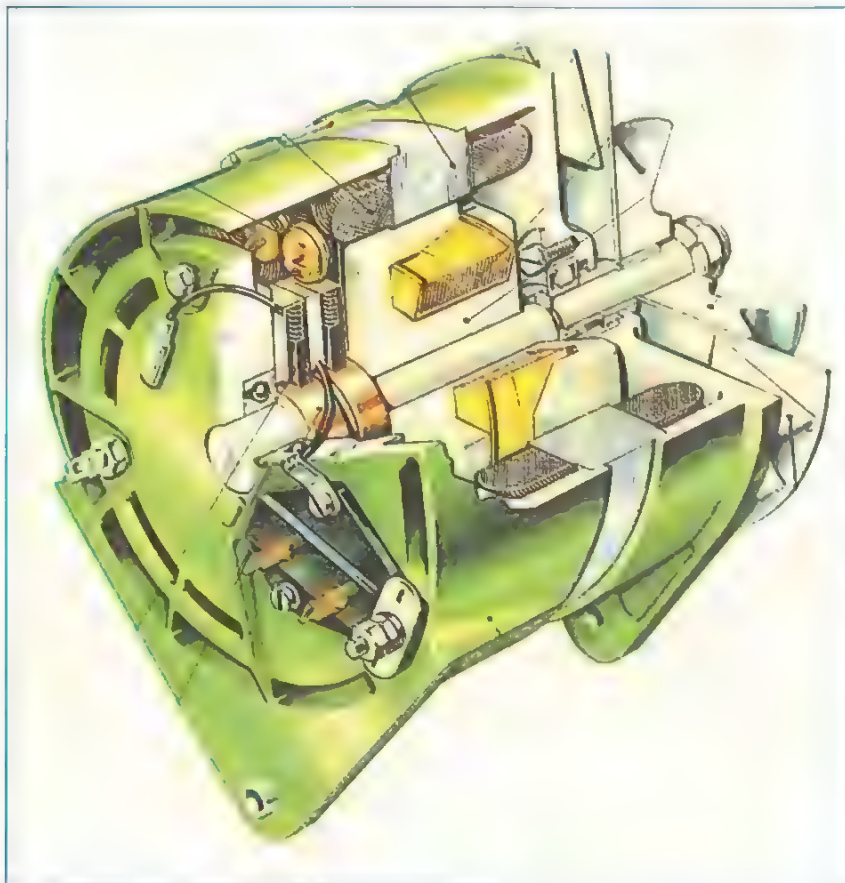
البطارية ، ويبين شكل (٤) ثلاثة نظم للتحكم هي كما يلي :-

(أ) نظام تحكم مبني داخل المولد نفسه .

(ب) نظام تحكم خارج المولد وكلاهما من أشباه الموصلات .



● شكل (٤) نظام التحكم .



● شكل (٥) مولد ترددي كامل .



مسابقة للتفكير

مسابقة العدد

الطبيب

- عبد الله له زوجة وبنت ، البنت لها زوج وأبن . فإذا توفرت لديك المعلومات التالية :-
- ١- أحد الخمسة أشخاص طبيب ، وأحد الأربعة الباقين مريض لدى هذا الطبيب .
 - ٢- الطبيب والده (ذكر / أنثى) وأحد أجداد المريض (ذكر / أنثى) من نفس الجنس (ذكر / أنثى) .
 - ٣- الطبيب والده ليس المريض وليس أحد أجداد المريض .
- من المعلومات السابقة من هو الطبيب ؟

حل مسابقة العدد الخامس والعشرين

(الأفوان)

- لحل المسابقة يجب إتباع الخطوات التالية :-
- ١- يجب في البداية تحديد الأربع فئات من القطع النقدية ، ثم تحديد الفئات النقدية الواجب امتلاكها من كل شخص .
 - ٢- لنرمز لفئات القطع المعدنية بالرموز التالية :-
 - * خمسون هلة (نصف ريال) ن .
 - * خمسة وعشرون هلة (ربع ريال) ر .
 - * عشر هلات (قرشان) ق .
 - * خمس هلات (قرش) خ .
 - ٣- من المعطيات في (١) و (٢) يمكن وضع الاحتمالات التالية :-

٦٠ هلة	٧٥ هلة
(١) ورق	(جـ) ن خ خ خ خ خ
(ب) خ خ ن	(د) ر ق ق ق ق ق
 - ٤- من المعطيات في (٣) و (٤) مرضي هو الذي يملك القطع النقدية في الإحتمال (د) .
 - ٥- عادل هو الذي يملك القطع النقدية في الإحتمال (جـ) وطارق هو الذي يملك القطع النقدية في الإحتمال (ب) ، وأخيراً عطية هو الذي يملك القطع النقدية في الإحتمال (١) .
- وعليه وبعد أن يدفع كل شخص حسابه يكون عدد القطع لدى كل واحد التالي :-
- | |
|--------------------|
| عطية (١) رر |
| طارق (ب) خ |
| عادل (جـ) ن خ |
| مرضي (د) ق ق ق ق |
- وعلى ذلك ومن المعطيات في (٥) يكون الإخوان عطية وعادل .

أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة « الطبيب » فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي :-

- ١- ترفق طريقة الحل مع الإجابة .
 - ٢- تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .
 - ٣- يوضع عنوان المرسل كاملاً .
 - ٤- آخر موعد لاستلام الحل هو ١٠/٦/١٤١٤هـ .
- سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ،
وسيمنح ثلاثة من أصحاب الإجابة الصحيحة جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم
مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .

الفائزون في مسابقة العدد الخامس والعشرين

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة العدد الخامس والعشرين « الإخوان » ، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تتقيد بشروط المسابقة ، وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد . وبعد فرز الحلول وإجراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز كل من الآتية أسماؤهم :-

- ١- فهد أنيس الكثيري - الرياض
 - ٢- عبد الرحمن حمد الرقيب - الطائف
 - ٣- حسن حامد الخلف - عسير
- ويسعدنا أن نقدم للفائزين هدية قيمة حيث سيتم إرسالها لهم على عناوينهم ، كما
نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد المقبلة .

أجهزة النظام العالمي لتحديد المكان بما في ذلك تطبيق طريقة المسح المتحرك ، وإجراء ضبط متزامن للأرصاء بطريقة أقل المربعات ، إضافة إلى معالجة بيانات كثيرة جرى رصدها بالنظام العالمي لتحديد المكان .

إنتهى البحث إلى نتيجة مؤداها أن قيم إحداثيات الشبكة الجيوديسية الوطنية تفي بالدقة المتوقعة من أساليب المسح التقليدي لنقاط الدرجة الأولى ، وتوضح تحاليل البحث أن مسوحات النظام العالمي لتحديد المكان التي نُفذت على مستوى المملكة في ٢٢ نقطة مساحية سوف تؤدي إلى تحسن كبير في درجات دقة المواقع بالشبكة الجيوديسية الوطنية بما يساوي إثنين إلى ثلاثة أمثال الدقة الحالية . ولذا فإنه يستحسن إنشاء شبكة جيوديسية جديدة وكثيفة ودقيقة لتغطية متطلبات تحديد المواقع بدقة في أي مكان بالمملكة .

٣ - إعداد الإقتراحات والتوصيات والمواصفات اللازمة للرفع من مستوى دقة الشبكة الجيوديسية وانتشارها في كافة أرجاء المملكة . وقد انتهى المشروع بوضع عدة توصيات تضمن عدة نقاط مثل ضرورة تأسيس نظام إسناد جيوديسي موحد حيث أن هذا يوفر الأساس اللازم لأعمال المساحة وإنتاج الخرائط الوطنية بالمملكة بدقة ونوعية معيارية تؤمن الاستفادة القصوى من الخرائط المنتجة . ويلزم لذلك إنشاء شبكة الثوابت الأرضية الأفقية يتبع في إنشائها المرجع الأفقي . وينصح بإجراء تقويم دقيق لاختبار المرجع الأفقي الذي يتناسب بصورة أفضل لتغطية احتياجات أعمال المسح وإنتاج الخرائط بالمملكة . كما ينصح بأن يوضع أسلوب تقني للتعاون الفني الكامل بين كافة الأجهزة المعنية لوضع استراتيجية مشتركة لإنشاء شبكة من النقاط ذات الدرجة الخاصة على مسافة تباعدية تبلغ ٥٠ كيلومتر . وكذلك إنشاء شبكة نقاط الدرجة الأولى على مسافة تباعدية في حدود ١٥ كيلومتر بعرض لا يقل عن ثلاث نقط جيوديسية في كل مدينة وقرية باستخدام تقنية النظام العالمي لتحديد المكان .



قامت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية في الفترة من ١٤٠٨ هـ إلى ١٤١٣ هـ ، بتمويل مشروع بحثي يهدف إلى إنشاء مرجع إسناد جيوديسي للخرائط ونظم معلومات الأراضي للمملكة . وقد كان الباحث الرئيس لهذا المشروع المهندس عبد الله محمد الشديّد .

٢ - دراسة وتقييم التقنيات والنظم البارزة حديثاً في مجال إنشاء الشبكات وتحديد أنسبها في تقوية وتمديد الشبكة الحالية . وقد تم خلال المرحلة الثانية من المشروع إجراء دراسة مقارنة لثمانية أجهزة استقبال مختلفة (من النظام العالمي لتحديد المكان) لمعرفة مميزات كل جهاز وتحديد أنسبها للعمل في ظروف البيئة بالمملكة ، وقد تم في هذه المرحلة تنفيذ العمليات الميدانية الشاملة للرصد بالنظام العالمي لتحديد المكان وإجراء التحليل الأولي للأخطاء في الشبكة الجيوديسية الوطنية وذلك في خمس مناطق بالمملكة ، وقد اشتملت إحدى هذه العمليات على تطبيق طريقة الرصد المتحرك بأجهزة النظام العالمي لتحديد المكان ، وذلك للمرة الأولى في المملكة .

كذلك تم إعداد طريقتين لمقارنة إحداثيات الشبكة الجيوديسية الوطنية والنظام العالمي لتحديد المكان فيما يتعلق بنقاط التقاطع التي جرى تحديد مواقعها . وقد اعتمدت الطريقة الأولى على أساس اختبار عالمي يطبق على الشكل التربيعي لنقاط الإحداثيات ، واعتمدت الثانية على مقارنة المسافات والزوايا المائلة المستنتجة من إحداثيات الشبكة الجيوديسية الوطنية مع تلك التي تم الحصول عليها بطرق الرصد . وقد قام المشروع بإنشاء شبكة من النقاط الجيوديسية في بريدة باستخدام

كان الهدف الأساس لهذا المشروع دراسة وتقييم الشبكة الجيوديسية الحالية في المملكة وإعداد الإقتراحات والتوصيات اللازمة لتقويتها وتكثيفها لتصبح مرجع إسناد جيوديسي دقيق .

إشتمل البحث على ثلاثة أجزاء رئيسية كالآتي :-

١ - دراسة وتحليل وتقييم الشبكة الجيوديسية المنفذة حالياً في المملكة للتعرف على دقتها والمتطلبات اللازمة لتقويتها وتكثيفها ، حيث تم خلال المرحلة الأولى للمشروع جمع المعلومات وإعداد برامج الحاسب الآلي وقواعد المعلومات ، وتشكيل المعادلات والنماذج الرياضية وتجهيز المواصفات القياسية تمهيداً للإختبارات والأبحاث الميدانية . وتم الحصول على معظم معلومات الشبكات الجيوديسية التي أنشئت في مختلف مدن ومناطق المملكة منذ بداية عام ١٣٨٦ هـ وحتى وقتنا الحاضر والتي بلغت في مجموعها ٢٠٨٩٣ نقطة جيوديسية ، منها ١٤١٧ درجة أولى ، و ٢١٨٨ درجة ثانية ، و ١٧٢٨٨ درجة ثالثة ، كما تم تأسيس قاعدة معلومات وصفية لفظية وبيانية شملت جميع تلك النقاط ، وما يرتبط بها من معلومات بنظام إدارة بيانات تعالي من أجل تسهيل عمليات التدقيق والمراجعة وإعداد التقارير .

الكبريتات وحادة الأرض

يذكر فريق من علماء الطقس أن ارتفاع حرارة الطقس بشكل عام في الولايات المتحدة الأمريكية والصين والاتحاد السوفيتي (سابقاً) خلال الأربعين سنة الماضية سببه اعتدال الحرارة أثناء الليل وليس ارتفاع درجات الحرارة أثناء النهار. ويشير مايكل ماكراكين (Michael Maccracken) من مختبر كاليفورنيا الوطني أن تلك الظاهرة لم يكن من الممكن تفسيرها مطلقاً وفقاً لنماذج رياضية لأثار ظاهرة البيوت المحمية القياسية في تسخين الأرض، وبسبب ذلك فإن ماكراكين يفسر تلك الظاهرة بأن وجود الكبريتات على شكل ضباب (aerosol) في نصف الكرة الشمالي، خصوصاً في المناطق المذكورة، يجعل أشعة الشمس الساقطة تنشتت وبذلك يبطل مفعول ظاهرة البيوت المحمية بشكل كبير.

ويذكر العالم روبرت شارلسون (Robert Charlson) أحد أعضاء الفريق من جامعة واشنطن أن ظاهرة البيوت المحمية تعمل على تسخين الأرض ليلاً ونهاراً، ولكن الكبريتات تعمل أثناء النهار على تبريد الأرض أثناء النهار فقط بسبب تشتيتها لأشعة الشمس وهذا قد يفسر عدم ارتفاع درجة الحرارة العظمى أثناء النهار وانخفاض درجة الحرارة الدنيا ليلاً في نصف الكرة الشمالي خلال الأربعين سنة الماضية.

ومن المعلوم أن الولايات المتحدة والصين وروسيا تكثر فيها الصناعات التي تطلق أبخرة الكبريتات بشكل مكثف في طبقات الجو، وهذه الأبخرة المتصاعدة زيادة على أثرها في هطول الأمطار الحمضية فإنها - حسب ما يشير شارلسون - تقلل كثافة أشعة الشمس بين واحد إلى

اثنتين واط للمتر المربع فوق سماء أمريكا الشمالية، وبين اثنين إلى ثلاثة واط للمتر المربع فوق سماء شرق أوروبا وروسيا والصين، وهذا التخفيض في أشعة الشمس من شأنه أن يعادل أثر تسخين ظاهرة البيوت المحمية التي تزيد أشعة الشمس الساقطة بحوالي ٢,٥ واط للمتر المربع.

ومن التغيرات التي قد يكون لها أثر في ثبات درجة الحرارة العظمى أثناء النهار ازدياد السحب فوق سماء الولايات المتحدة، كذلك فإن المعلومات التي تصدر عن نصف الكرة الشمالي مقارنة بنصف الكرة الجنوبي توضح بجلاء أثر أبخرة الكبريتات المنتشرة في سماء دول الشمال في ثبات درجة الحرارة العظمى نهاراً.

ومن جانب آخر أوضحت الدراسات أن المناطق الصناعية في نصف الكرة الجنوبي مثل جنوب شرق استراليا ترتفع فيها درجات الحرارة الدنيا بمعدل أسرع من ارتفاع الدرجات العظمى، أما في المناطق الأقل صناعة مثل نيوزلندا فإن هذه الظاهرة غير موجودة.

المرجع: New Scientist, 14th March 1992, p 20.

صيانة المفاعلات الذرية

تتوقع شركة الكهرباء الفرنسية أن تبلغ تكلفة تغيير ستة أغطية لبعض مفاعلات الماء المضغوط التي تستخدم لتوليد الكهرباء ٧٠ مليون جنيه استرليني، ولا تشمل تلك التكلفة انخفاض كفاءة تشغيل تلك المفاعلات، وتعد هذه التكلفة الأعلى في تاريخ فرنسا.

الجدير بالذكر أن الإختبار الدوري أوضح وجود تشققات في أماكن لحام الأغطية الموضوعة فوق لب المفاعلات القديمة التابعة لمحطتي بقى

(Bugey) وفسنهايم (Fessenheim) لتوليد الكهرباء.

وترجع تلك التشققات لتآكل خليط المعادن (alloy) المصنوعة منه تلك الأغطية، وتزعم الشركة التي أوكل إليها أمر صيانة هذه المفاعلات أن تكون الأغطية الجديدة من معادن غير قابلة للتآكل لفترة أطول مما سبق.

المرجع: New Scientist, 4th April 1992, p 11.

بلاط من رواسب مياه المجاري

تمكن العلماء في اليابان من الاستفادة من رواسب مياه الصرف الصحي في عمل بلاط يصلح لتعبيد طرق المشاة في الحدائق والميادين العامة.

يذكر ماساتوشي ساتو (Masatoshi Sato) بمصلحة مياه الصرف الصحي بمدينة طوكيو أن هذا البلاط يتمتع بالمثانة وإمكان البقاء لفترة طويلة، وقد قامت مصلحة مياه الصرف الصحي باستحداث طريقة عمل ذلك البلاط عن طريق حرق الرواسب تحت ضغط عال لدرجة ١٠٠٠ درجة مئوية تقريباً لمدة عشر ساعات، وقد أمكن بهذه الطريقة تصنيع أكثر من ٨٠٠ ألف بلاطة في عام ١٩٩١ م.

يبلغ متوسط سعر البلاطة حوالي نصف دولار، أي مثل سعر البلاطة العادية ولكن يتميز البلاط المصنوع من رواسب مياه الصرف الصحي بالمثانة وطول البقاء لفترة أطول مقارنة بالبلاط العادي، إضافة إلى أن هذه الطريقة توفر للبلديات أموالاً طائلة كانت تصرف للتخلص من تلك الرواسب حيث أن تكلفة إزالة الطين منه تساوي أكثر من ٣٠٠ ألف ين (٢٥٠ دولار).

المرجع: New Scientist, 23rd May 1992, p. 18.

التلوث البيئي

أشارت إحصائية حديثة جمعتها إدارة البيئة البريطانية إلى تزايد تلوث الهواء والماء في بريطانيا بشكل خطير. وترجع الإحصائية التلوث الهوائي إلى غازات عوادم السيارات ومحطات الكهرباء.

تشير إحصائيات عام ١٩٩٠م إلى زيادة في انبعاث ثاني أكسيد الكبريت (المكون الرئيسي للأمطار الحمضية) بحوالي ٥٠ ألف طن، وكذلك زيادة الدخان الأسود الناجم بشكل رئيس عن ماكينات الديزل بحوالي ضعف ما كان عليه قبل عقد مضى.

كما تشير الإحصائيات إلى تزايد مستمر في غاز أكسيد النيتروجين، حيث تشكل ما تبعته عوادم السيارات في الطرق حوالي ٥١٪ من كمية غاز أكسيد النيتروجين الذي بلغت كميته عام ١٩٩٠ حوالي ٢,٧ مليون طن، ومن الجدير بالذكر أنه قبل حوالي عشر سنوات كانت السيارات والشاحنات مسؤولة عن ٣١٪ من كمية غاز أكسيد النيتروجين الموجود في سماء بريطانيا.

أما فيما يتعلق بغاز ثاني أكسيد الكربون فإن الإحصائيات تشير إلى أن كميته في الجو بلغت في عام ١٩٩٠ م ثلاثة ملايين طن في حين إنخفض غاز الميثان بنسبة قليلة.

وتدل الإحصائيات كذلك أن عام ١٩٩٠م تميز بزيادة في تلوث المياه بالزيت والملوثات الأخرى رغم انخفاض عدد محطات الصرف الصحي التي تقذف بالملوثات في مجاري المياه من أكثر من ١٠٠٠ محطة عام ١٩٨٦م إلى ٣٣٣ محطة عام ١٩٩٠.

المرجع: New Scientist, 28th March 1992, P. 19

مع القراء



وبينات في جميع أنحاء المملكة .

● الأخ الدكتور / محمد عساف - سوريا

نشكرك على ما جاء في رسالتك الحميمة ، أما بخصوص اقتراحك حول تسليط الضوء في الأعداد القادمة على تطور الطب البيطري وإبراز دور الأطباء العرب الذين هم بالفعل أصحاب الفضل الأول فيه، الإقتراح جيد وإن كنا قد تعرضنا لهذا الموضوع في العدد الحادي عشر (الثروة الحيوانية) .

● الأخ / ماجد سعود الضويحي - الظهران

ما نقوم به هو واجب نعتز به ونأمل أن نوفق في القيام به على الوجه المطلوب ، أما فيما يتعلق بإضافة رقم صندوق بريدك إلى عنوانك فقد تم ذلك ، أما بخصوص إرسال بعض الأعداد المتعلقة بمجال الهندسة الكهربائية فلم يصدر أي عدد حتى الآن حول هذا الموضوع ، نأمل أن يتم ذلك مستقبلاً .

● الأخ / زارب عبد الله آل ناجي - الأحساء

الدليل الذي أشرت إليه لا يوجد لدى المدينة ، إلا أن هناك دليلاً شاملاً لكل الرسائل الجامعية للماجستير والدكتوراه نعتقد أنه متوفر في مكتبات الجامعات وفي المكتبات العامة .

● الأخ / أحمد بن مسعود - الجزائر

نرحب بك صديقاً دائماً للمجلة ونأمل أن نوفق في تقديم ما يحوز على رضا جميع قرائنا الكرام في كل مكان ، شكراً لك .

● الأخت / وجدان السهلي - الخبر

المجلة تباع في العديد من المكتبات والأسواق المركزية في كل أنحاء المملكة .

● الأخ / عبد الله عبد الرحمن الرشود - الرياض

اقتراحك حول وضع مسابقة أبحاث علمية اقترح جيد وربما يتحقق في المستقبل القريب ، أسرة التحرير تتمنى لك التوفيق .

حمل بريد المجلة العديد من رسائل القراء الكرام من الداخل والخارج تحمل في ثناياها أجمل عبارات الثناء والإعجاب بالمجلة وكذلك ألطف عبارات العتاب من بعض القراء الذين لم يتمكن من الرد على رسائلهم ، وكما ذكرنا في مرات عديدة أن الرسائل التي تصلنا كثيرة جداً مما يجعل الرد على جميع الرسائل أمراً في غاية الصعوبة نظراً للحاجة إلى عدد من الصفحات وليس صفحة واحدة . ونحن على كل حال نشكر الجميع على تجاوبهم وثنائهم وحرصهم الدائم على التواصل مع المجلة التي بدورها ستعمل على بذل كل الجهود في سبيل إرضاء الجميع .

الاطلاع عليها بداخل الصفحة الأولى للغلاف مع تمنياتنا لك بالتوفيق والنجاح .

● الأخ / شريف محمود حسن - مصر

وصلتنا رسالتك ونشكرك على ما حوته من الثناء الطيب ونحن دائماً يسرنا تحقيق رغبات القراء الأعزاء ولك تحياتنا .

● الأخ / نويري نور الدين - الجزائر

وصلتنا رسالتك ونأسف لعدم توفر طلبك لدينا وندعو الله لك بالتوفيق والسداد .

● الأخ / عبد الله بن علي قاسم الفيافي - النماص

وصلتنا رسالتك وقد أدرج اسمك ضمن قائمة الاشتراكات شاكرين لك اهتمامك بالمجلة .

● الأخ / عبد العزيز التويجري - الرياض

شكراً على ما جاء في رسالتك وسوف نرسل لك المجلة على عنوانك .

● الأخت / سارة العثمان - الخرج

شكراً على ثقتك في المجلة ، أما بخصوص توزيع المجلة فإنها توزع على جميع المدارس المتوسطة والثانوية بنين

● الأخ / مكاحلية بلخير - الجزائر

وصلتنا رسالتك ونحن مقدرين حرصك على مجلة « العلوم والتقنية » وأهلاً بك صديقاً دائماً للمجلة .

● الأخت / بهية عبد السلام - أبها

رسالتك أعلناها إلى إدارة المعلومات في مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية لأنها هي الجهة المسؤولة ، أما بالنسبة للأبحاث حول القطن لم تجر أي دراسة بالمملكة العربية السعودية بشأن هذا الموضوع .

● الأخ / خالد السبهان - الدمام

نشكرك على اتصالك بالمجلة ، ونأمل أن تكون قد وصلت الأعداد المطلوبة .

● الأخ / سامي عبد الكريم - خميس مشيط

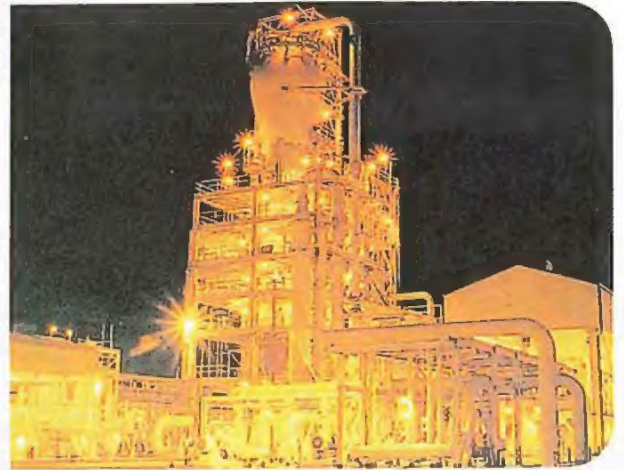
نشكرك على رسالتك والثناء على المجلة ، ونرجو أن يكون قد وصلك المبلغ الذي أرسلته حيث أن المجلة لاتقبل إرسال أي مبالغ نظير الأعداد التي ترسل للقراء .

● الأخ / سعيد أحمد صالح - بلجرشي

نشكرك على اجتهادك في كتابة المقال ولكن يوجد شروط لم تنقيد بها ، ويمكنك

في
العدد المقبل

النفط



وكيل التوزيع : الشركة السعودية للتوزيع
Saudi Distribution Co.
ص.ب ٥٥٢٠٢ الرياض ١١٥٣٤
هاتف ٤٧٧٩٤٤٤

مطابع الشرق الأوسط
ستامبول ٤٠٤٧١٧٣ - الرياض

